

**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI TƏHSİL NAZİRLİYİ
AZƏRBAYCAN MEMARLIQ VƏ İNŞAAT UNİVERSİTETİ**

Əlyazması hüququnda

EMİL KAMIL OĞLU QAFAROV

**MİNGƏÇEVİR TORPAQ BƏNDİNİN FİZİKİ
DAYANIQLIĞINA MƏSAFƏDƏN AEROGEODEZİK
NƏZARƏT SİSTEMİNİN MODELƏŞDİRİLMƏSİ**

*İxtisas: 3358.01 – Fövqəladə hallarda təhlükəsizlik
(hidrotexnika)*

**texnika üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün
təqdim edilmiş dissertasiyanın**

A V T O R E F E R A T I

B A K I – 2015

Dissertasiya işi Milli Aerokosmik Agentliyin Təbii Ehtiyatların Kosmik Tədqiqi İnstitutunda yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər: fizika-riyaziyyat elmləri doktoru
V.Ə.Əliyev

Rəsmi opponetlər: texnika elmləri doktoru
professor **H.M.Əhmədov**

fizika-riyaziyyat üzrə fəlsəfə doktoru,
dosent **Ş.Ə.Məmmədov**

Aparıcı təşkilat: **Azərbaycan Milli Elmlər
Akademiyaşının Eroziya və
Suvarma İnstitutu**

Dissertasiyanın müdafiəsi “30” oktyabr 2015-ci ildə saat 12⁰⁰-da Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin nəzdində B/D 02.042 Dissertasiya Şurasının iclasında keçiriləcəkdir.

Ünvan: AZ-1073/1, Bakı, A.Sultanova küçəsi 5.
Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin I tədris korpusu,
iclas zalı, otaq 317.

Dissertasiya işi ilə Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin kitabxanasında tanış olmaq olar.

Avtoreferat “29” sentyabr 2015-ci ildə göndərilmişdir.

**B/D 02.042 Dissertasiya
Şurasının Elmi katibi,
fizika-riyaziyyat üzrə fəlsəfə
doktoru, dosent:**

A.M.İsayev

İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Mövzunun aktuallığı. Böyük bəndlərlə əlaqədar maraqlı tərəflərin, müəssisə və təşkilatların səylərini birləşdirmək məqsədi ilə 1997-ci ildə Ümumdünya Bəndlər Komissiyası yaradılmışdır. Komissiyanın təsnifatına görə bünövrəsindən hündürlüyü $H \geq 15m$ olan bəndlər böyük bənd hesab edilir. Əgər bəndin hündürlüyü 5-15m, lakin yuxarı byefindəki su anbarının tutumu 3 milyon kub metrədən çoxdursa belə bəndlər də böyük bəndlər hesab edilir. Belə yanaşmada dünyada 45 mindən çox böyük bənd vardır.

Beynəlxalq standartlara görə hündürlüyü 60m-dən çox, üzərindəki SES-nin gücü isə 100MVt-dan çox olan bəndlər nəhəng bəndlər hesab olunur. Nəhəng bəndlərin siyahısına 26 bəndlə Yantsı çayı başçılıq edir. Nəhəng bəndlərin sayına görə Kür çayı dünyada 14-cü yerdə durur. Mingəçevir bəndi Kür çayı üzərində olan 8 nəhəng bənddən ən sonuncusudur. Bu bənd tikildiyi dövrdə Avropanın ən nəhəng torpaq bəndi olmuşdur. Bəndin hündürlüyü 83m, bəndin qası üzrə uzunluğu 1500m, eni 16m, istifadə olunmuş qrunzun həcmi isə 15 mln m^3 təşkil edir. Faktiki olaraq bənd işə salındığı gündən onun fiziki dayanıqlığı məsələsi aktuallaşmışdır. Belə ki, Mingəçevir su anbarı doldurulduqdan sonra həddindən artıq böyük miqdarda suyun basqısı nəticəsində bəndin dağıla biləcəyi ehtimalı yaranmışdır. Bəndin dağılacağı halda böyük su kütləsinin vadi boyunca yönəlməsi böyük fəlakətlərə və dağıntılara səbəb ola bilər. Buna görə də, birmənalı olaraq demək olar ki, Azərbaycanın dayanıqlı inkişafı xeyli dərəcədə Mingəçevir bəndinin fiziki dayanıqlığından asılıdır. Bu baxımdan Mingəçevir bəndinin fiziki dayanıqlığına nəzarət edilməsi məsələsi olduqca aktual problemdir.

Elmi-texniki ədəbiyyatda bəndlərin təhlükəsizliyinin konseptual tərkib hissəsi olan «domino prinsipi üzrə bənd-dağılmaları» anlayışı mövcuddur. Bu prinsipə görə, çayın yuxarı axınında böyük bəndlərdən birinin dağılması aşağı axım boyunca digər bəndlərin də dağılmasına səbəb ola bilər. Məsələn, 1975-ci ilin avqust ayında cənubi Çində Şimantan bəndinin dağılması “domino prinsipi” üzrə digər 22 bəndin də dağılmasına səbəb olmuşdu. Mingəçevir bəndi Kür çayı üzərində olan 8 nəhəng bənddən ən sonuncusu olduğundan, çayın yuxarı axınında olan hər hansı böyük bənddən birinin bu və ya digər səbəbdən dağılması çox qısa zaman kəsiyində Mingəçevir su anbarına ifrat miqdarda suyun daxil olmasına və suyun bəndin üstündən aşmasına səbəb ola bilər. Suyun bəndin qasından aşması, onun alt yamaclarının və alt dayaq prizmalarının aşınmasına və son nəticədə bəndin özünün dağılmasına səbəb ola bilər.

Ən ağırlaşdırıcı məqam budur ki, Kür çayının Azərbaycan hissəsində risklərin idarə olunması qarşısında transsərhəd problemi vardır. Belə ki, Kür çayının yuxarı axımında olan böyük bəndlərin yalnız ikisi (Şəmkir və Yenikənd bəndləri) Azərbaycan ərazisində, qalan 5 bənd isə (Ehram-1, Ehram-2, Çitaxevi, Jinvali və Sionai bəndləri) qonşu Gürcüstan ərazisindədir.

Mingəçevir bəndi artıq 60 ildir ki, aramsız işləyir və bu baxımdan «qoca bənd» hesab olunur. Təəssüf ki, bu günədək Mingəçevir bəndinin fiziki dayanıqlığına ciddi baxış keçirilməmiş, dağılma riski qiymətləndirilməmiş və analiz edilməmiş, bəndin modernləşdirilməsi işləri aparılmamışdır. Bundan əlavə Mingəçevir bəndi doqquzballıq seysmik aktiv zonada yerləşir və 2013-cü il fevral ayının 28-də Mingəçevirdən 35km şimal-qərbdə 18km dərinlikdə zəlzələnin baş verməsi bir daha göstərdi ki, Mingəçevir bəndi həqiqətən də seysmik aktiv zonadadır və bunu qətiyyənlə unutmaq olmaz.

Bütün bu sadalanan məqamlardan aydın olur ki, Mingəçevir bəndinin fiziki dayanıqlığına nəzarət - monitoring sisteminin modelləşdirilməsi və gələcəkdə reallaşdırılmasına zəmin hazırlanması böyük aktuallıq kəsb edən, həyati-vacib məsələdir.

Tədqiqatın məqsədi Mingəçevir torpaq bəndinin dağılma risklərinin qiymətləndirilməsi və analizi əsasında bəndin fiziki dayanıqlığına məsafədən, avtomatlaşdırılmış, aerogeodezik nəzarət - monitoring sisteminin modelləşdirilməsidir.

Tədqiqatın obyektı Mingəçevir torpaq bəndi və eyniadlı su anbarı, habelə anbara tökülən çaylardır.

Tədqiqatın vəzifələri. Qarşıya qoyulmuş məqsədə çatmaq üçün aşağıdakı məsələlər həll olunmuşdur:

- Bəndlərin fiziki dayanıqlığı ilə bağlı problemin öyrənilməsi vəziyyətinin araşdırılması və elmi-texniki ədəbiyyatın icmalının tərtib olunması;
- Mingəçevir bəndi və onun ətraf mühiti haqqında ən etibarlı məlumatların toplanaraq sistemləşdirilməsi və bəndin fiziki dayanıqlığına təsiri baxımından incələnməsi;
- Mingəçevir bəndinin fiziki dayanıqlığına təsir edən risk faktorlarının təsnif edilməsi, onların hər birinin ayrılıqda qiymətləndirilməsi və analiz edilməsi;
- Mingəçevir bəndində qəza risklərinin idarə olunması və onun transsərhəd problemlərinin araşdırılması;

- Mingəçevir bəndinin qaşının yerini dəyişməsinə məsafədən aerogeodezik nəzarət-monitorinq sistemi üçün dayaq şəbəkəsinin seçilməsinin əsaslandırılması və stabilliyinin analiz edilməsi;
- Mingəçevir bəndinin yuxarı byefinə suyun basqısına (və ya suyun səviyyəsinə) məsafədən, avtomatlaşdırılmış, simsiz, rəqəmsal, aerokosmik nəzarət-monitorinq sisteminin modelləşdirilməsi;
- Mingəçevir bəndinin fiziki dayanıqlığına məsafədən, avtomatlaşdırılmış, simsiz, rəqəmsal, aerogeodezik nəzarət-monitorinq sisteminin modelləşdirilməsi.

Beləliklə də, dissertasiyada olduqca mühüm elmi-texniki və tətbiqi problemin həllinə yönəlmiş modelləşmə məsələsi həll olunmuşdur. Yaxın zamanlarda Azərbaycan Respublikasının ikinci süni peykinin kosmosa çıxarılması, Mingəçevir bəndinin fiziki dayanıqlığına avtomatlaşdırılmış aerogeodezik nəzarət-monitorinq sisteminin tərəfimizdən təklif olunmuş modelinin, habelə bəndin yuxarı byefinə su basqısına məsafədən, simsiz nəzarət-monitorinq sisteminin modelinin praktik reallaşdırılması mümkün olacaqdır ki, bütün bunlar da ölkəmizin dayanıqlı inkişafına sanballı töhfə olacaqdır.

Tədqiqat metodları. Araşdırmalardan alınmış nəticələrin yüksək elmiyliyi və etibarlılığını təmin etmək üçün müxtəlif tədqiqat metodlardan istifadə edilmişdir. Belə ki, dissertasiyanın mövzusu üzrə elmi-texniki ədəbiyyatdan məlum olan materialların ümumiləşdirilməsi və analiz edilməsi; torpaq bəndlərdə baş verən qəzalar və dağılmalar üzrə mövcud statistik materialların öyrənilməsi və sistemləşdirilməsi; hidroloji və geodezik məlumatların toplanması, ötürülməsi, alqoritmik emalı, real zaman rejimində protokol üzrə sistemləşdirilməsi üçün vacib olan müasir texniki vasitələrin seçilməsi; habelə, qarşıya qoyulmuş məsələlərin yüksək dəqiqliklə həll olunmasını təmin etmək üçün analitik əsaslandırma üsullarından istifadə edilmişdir.

Tədqiqatlarda istifadə olunmuş faktiki materiallar. Dissertasiyanın mövzusu nəzəri xarakter daşısa da, modelləşmə məsələlərinə həsr olunsada bir çox alim və mütəxəssislər tərəfindən alınmış elmi nəticələrdən geniş istifadə olunmuşdur. Dissertasiyanın mövzusu üzrə araşdırmalarımızda baza materialları olaraq Mingəçevir bəndinin layihələndirilməsi və tikinti texnologiyası üzrə V.Domanskinin və V.Melentyevin, hidrotexniki qurğular üzrə K.Məmmədovun və Z.Musayevin, Kür çayının hidroloji rejimi üzrə R.Qaşqayın, Kür çayında fəvqəladə hallar üzrə R.Mahmudovun, fəvqəladə hallarda iqtisadiyyat obyektlərinin dayanıqlığı

üzrə isə H.Ocaqovun əsərlərindən etibarlı məlumat mənbələri kimi istifadə edilmişdir.

Tədqiqatın elmi yeniliyi. İlk dəfə olaraq, Mingəçevir bəndinin fiziki dayanıqlığı məsələsi elmi-texniki problem kimi qoyulmuş və həll edilməsinə cəhd göstərilmişdir. Mingəçevir bəndinin 60 illik fasiləsiz istismar müddəti ərzində ilk dəfə olaraq, onun fiziki dayanıqlığına məsafədən, avtomatlaşdırılmış aerogeodezik nəzarət-monitorinq sistemi modelləşdirilmişdir.

Tədqiqatın praktik əhəmiyyəti böyük, həm də çoxşaxəlidir. Yaxın gələcəkdə Azərbaycan Respublikasının ikinci süni peyki olduğu şəraitdə Mingəçevir torpaq bəndinin fiziki dayanıqlığına məsafədən, avtomatlaşdırılmış aerogeodezik nəzarət-monitorinq sisteminin tərəfimizdən təklif olunmuş modeli praktik olaraq reallaşdırıla bilər ki, bu da ölkəmizin dayanıqlı inkişafına sanballı töhfə olar.

Tədqiqatlarımızdan alınmış nəticələr və təklif olunmuş, məsafədən, avtomatlaşdırılmış nəzarət-monitorinq sisteminin modeli universal xarakter daşıyır və istənilən ölkədə nəhəng bəndlərin mühafizəsində uğurla tətbiq oluna bilər.

Müdafiə olunan əsas müddəalar.

1. İstənilən torpaq bəndin fiziki dayanıqlığına məsafədən, aerogeodezik nəzarət sisteminin modelləşdirilməsi yalnız bu sahədə mövcud elmi-texniki ədəbiyyatın toplanması, sistemləşdirilməsi və araşdırılması, habelə bəndin fiziki dayanıqlığını təhdid edən risk faktorlarının qiymətləndirilməsi və analizi əsasında mümkündür.

2. Mingəçevir torpaq bəndinin tikintisi zamanı onun maya dəyərinin aşağı olması əsas meyar kimi götürülmüş, gələcəkdə global iqlim dəyişmələrinin proqnozlaşdırılması və bununla əlaqədar yarana biləcək risk və təhlükəsizlik məsələləri nəzər diqqətdən kənarda qalmışdır.

3. Mingəçevir bəndinin qaşının yerdəyişməsinə görə fiziki dayanıqlığın təsnifatı. Təsnifata görə, əgər bəndin qaşının horizontal sürüşmələri sönməyən rəqs prosesində dönməz artımlara malikdirsə, onda bəndin vəziyyəti potensial təhlükəli qiymətləndirilir. Əgər vaxt keçdikcə yerdəyişmənin qiyməti artırsa bu hal qəza qabağı vəziyyət kimi qiymətləndirilir.

4. Mingəçevir torpaq bəndinin fiziki dayanıqlığını təhdid edən risk faktorlarının dərəcəsinə görə təsnifatı.

5. Mingəçevir bəndinin fiziki dayanıqlığına məsafədən, avtomatik nəzarət-monitorinq sisteminin təklif olunan modeli iki əsas komponentdən ibarət olmalıdır:

- Mingəçevir bəndinin üzərində və ondan xeyli uzaq stabil məntəqələrdə yerləşdirilmiş rəqəmsal, GSM-rabitə sistemli aerogeodezik reperlərdən alınan koordinatların qiymətlərinin müəyyən zaman fasilələri ilə müqayisə olunması; Bu məsafənin dəyişməsi bəndin deformasiyası kimi qəbul olunur.
- Mingəçevir bəndinin yuxarı byefinə suyun basqısına (və ya suyun səviyyəsinə) məsafədən, avtomatik və avtonom rejimdə çalışan, GSM-rabitəli, üzən su-səviyyəsini ölçən stansiyadan alınan rəqəmsal məlumatların emal olunması.

6. Mingəçevir bəndinin fiziki dayanıqlığını təhdid edən risk faktorlarının bir qismi transsərhəd xarakteri daşıdığından təklif olunan modelin bəzi alt-sistemləri Kür çayının hövzəsinin ölkəmizdən kənarda olan hissəsini də əhatə etməlidir.

İşin aprobeiasyası. Elmi-tədqiqat işinin əsas məzmunu və alınmış nəticələr aşağıdakı konfranslarda, simpozium və seminarlarda məruzə olunmuşdur: Tələbə və magistrantların XXV elmi konfransı. Bakı, 18-21 may 2004-cü il; “Fövqəladə hallarda təhlükəsizliyin idarə olunması” mövzusunda IV Beynəlxalq simpozium. Bakı, 15-16 noyabr 2007-ci il; “Nəqliyyat sistemində təhlükəsizliyin idarə olunması problemləri” mövzusunda Beynəlxalq elmi konfrans. Bakı, 23-24 oktyabr 2008-ci il; “Fövqəladə hallar və ətraf mühit” mövzusunda Beynəlxalq elmi-praktik konfrans. Bakı, 15-16 dekabr 2009-cu il; AzMIU-nun professor-müəllim heyətinin və aspirantların elmi konfransı, Bakı, 2010; “Fövqəladə hallar riskinin azaldılması və Hyoqo prinsipləri barədə tərəfdaşların məlumatlandırılması” mövzusunda Beynəlxalq simpozium, Bakı, 25-26 noyabr 2010-cu il, 2010; “Riskin idarə olunması – fövqəladə halların qarşısının alınması, təsirinin azaldılması və nəticələrinin aradan qaldırılmasının təşkili” mövzusunda Beynəlxalq elmi-praktiki konfrans, Bakı, 13-14 iyun 2011-ci il; “Müasir sivilizasiyanın təbii kataklizmləri və global problemləri”, GEOCATACLYSM – 2011, Beynəlxalq Elmi Forum, 19-21 sentyabr, 2011-ci il, İstanbul, Türkiyə; “İcmaları – Hyoqo Fəaliyyət Proqramına uyğun olaraq əhalinin, iqtisadiyyatın və ətraf mühitin mühafizəyə hazırlanmasında yerli icra hakimiyyəti orqanları və bələdiyyələrin qarşılıqlı fəaliyyəti” mövzusunda elmi-praktik konfrans. Bakı, 15-16 noyabr 2011-ci il; “Elmin müasir nailiyyətləri” mövzusunda II elmi konfrans, Bakı, 14-16 fevral 2011-ci il; “Qloballaşma ilə əlaqədar fövqəladə hallara qarşı mübarizənin müasir problemləri” mövzusunda Beynəlxalq elmi-praktik konfrans. Bakı, 30-31 may 2012-ci il; “Təbii fəlakətlərə daha çox məruz qalan regionlarda dayanıqlığın yüksəldilməsi,

icmaların fəvqəladə hallara hazırlanması və əhali arasında risk mədəniyyətinin yüksəldilməsi” mövzusunda elmi-praktiki konfrans, Bakı, 19-20 noyabr 2012-ci il; “Müasir inşaatın nəzəri və praktik problemləri” mövzusunda beynəlxalq elmi praktiki konfrans, Bakı, 29-30 noyabr 2012-ci il.

Çap olunma. Dissertasiyanın mövzusu üzrə aparılmış tədqiqatların nəticələri əsasında 22 iş çap olunmuşdur.

Dissertasiyanın quruluşu tədqiqatın qarşısında duran əsas məsələlərinin ardıcıl həllinə əsaslanır. Dissertasiya girişdən, dörd fəsil və 14 yarım-fəsildən, əsas nəticələrdən, habelə istifadə olunmuş 147 adda ədəbiyyatın siyahısından ibarətdir. Dissertasiyada 20 şəkil, 9 cədvəl verilmişdir. İşin ümumi həcmi 160 səhifədir.

İŞİN QISA MƏZMUNU

Dissertasiyanın **“Bəndlərin fiziki dayanıqlığı problemi: Əsas anlayışlar və problem üzrə elmi-texniki ədəbiyyatın icmal”** adlanan **I fəsil** dörd yarım-fəsildən ibarətdir. Bu fəsil icmal xarakteri daşıyır, dissertasiyada istifadə olunan əsas anlayışların şərhinə və problemin öyrənilmə vəziyyətinin araşdırılmasına həsr olunmuşdur.

I fəslin birinci yarım-fəslində Mingəçevir bəndi ilə əlaqədar hidrotexniki anlayışların şərhı verilmişdir. Burada yuxarı və aşağı byef haqqında məlumat verilmiş, hidrotexniki tikintilərə təsir edən qüvvələrin təsnifatı verilmiş, bəndlərdən sızmanın və bənd yamacının dayanıqlığının hesablanması qaydaları verilmişdir.

I fəslin ikinci yarım-fəslində bəndlərin fiziki dayanıqlığı anlayışı şərh olunmuşdur. İstənilən “tikilinin dayanıqlığı” dedikdə, onu tarazlıq halından çıxarmağa çalışan qüvvələrin təsirinə qarşı dayanmaq qabiliyyəti başa düşülür. Göstərilmişdir ki, Mingəçevir bəndi dünyada qum və çınqıldan yuma üsulu ilə tikilmiş ən nəhəng hidrotexniki qurğulardan biri olub, konservativ mexaniki sistemdir. Belə sistemlərin tarazlıq halının dayanıqlığının kafi şərti Lejen-Dirixle teoremi ilə müəyyən edilir. Bu teoremə görə konservativ sistemlərin tarazlığı şərti ondan ibarətdir ki, bu vəziyyətdə (x, y, z) nöqtəsində sistemin potensial enerjisi $d\Pi(x, y, z) = 0$ olsun. Qeyd olunmuşdur ki, Mingəçevir bəndinin üzərinə sonradan beton örtük çəkilərkən tikinti zamanı qoyulmuş geodezik reperlər betonun altında qaldığından bəndin dayanıqlığının tədqiqi üçün ənənəvi metodlar işləmir.

Buna görə də, bəndin fiziki dayanıqlığına nəzarət üçün modeldən istifadə olunması tərəfimizdən tövsiyə olunmuşdur.

Müasir idrak nəzəriyyəsində model elə bir obyektə və ya sistemə deyilir ki, onun tədqiq edilməsi digər bir obyekt – orijinal və ya prototip – haqqında biliklərin əldə olunmasına xidmət edir. Bu baxımdan, Mingəçevir torpaq bəndinin fiziki dayanıqlığına məsafədən idarə olunan, avtomatik nəzarət-monitorinq sisteminin tərəfimizdən yaradılan modeli də həmin hidrotexniki sistemin öyrənilməsinə və təhlükəsizliyinin təmin edilməsinə xidmət edəcəkdir.

I fəslin III yarımfəsildə bəndlərdə fiziki dayanıqlığın pozulması hallarının qısa statistikasını verilmişdir. Göstərilmişdir ki, son yüz ildə dünyada mindən çox bənd dağılması hadisəsi qeyd olunmuşdur. Bu hadisələrin səbəbləri bəzi hallarda təbii, digər hallarda isə həm də antropogen xarakterli amillər olmuşdur. Təbii xarakterli amillərə ekstremal axım, təhlükəli hidrometeoroloji hadisələr, iqlim dəyişmələri, zəlzələlər, torpaq sürüşmələri və s. aiddir. Antropogen faktorlar isə əsasən layihənin hidroloji və mühəndis-geoloji cəhətdən kifayət qədər əsaslandırılmaması ilə əlaqədardır. Digər səbəblər qismində - avadanlığın köhnəlib sınıq-salxaq olması, təşkilati-texniki nasazlıqlar, işçi personalın səriştəsizliyi və hətta səhlənkarlığını da qeyd etmək lazımdır.

Bəndlərin dağılma statistikasından xarakterik faktlar göstərilmişdir. Məsələn, 1975-ci ildə Cənubi Çində Şimantan bəndinin dağılması “domino prinsipi” üzrə digər 22 bəndin də dağılmasına və 230000-dən çox insan itgisinə səbəb olmuşdu. 1985-ci ildə İtaliyada Val di Stava bəndinin, 2005-ci ildə isə Pakistanda Şadikor bəndinin dağılması da ötən illərin acı təcrübəsi kimi qeyd edilmişdir.

I fəslin sonuncu – IV yarımfəslində isə öncə bəndlərin fiziki dayanıqlığına nəzarət üsulları haqqında məlumat verilmiş, problem üzrə mövcud elmi-texniki ədəbiyyatın müfəssəl araşdırılması əsasında bəndlərin fiziki dayanıqlığına nəzarət üsulları və problemin öyrənilməsi vəziyyəti araşdırılmışdır.

Dissertasiyanın “**Mingəçevir bəndi və onun ətraf mühiti**” adlanan **II fəsl** dörd yarımfəsildən ibarətdir.

II fəslin I yarımfəslində Mingəçevir bəndinin töküldüyü lokasiyada fiziki-coğrafi şəraitin təsvirinə həsr olunmuşdur. Burada Mingəçevir bəndinin töküldüyü lokasiyada fiziki-coğrafi şəraitin araşdırılması, Kür çayının və Mingəçevir su anbarının morfometrik xarakteristikaları, daha sonra anbarın akvatoriyasının orohidroqrafiyası və Kür çayının hövzəsinin Mingəçevir bəndinə qədər olan hissəsinin qısa coğrafi təsviri verilmişdir.

II fəslin II yarımfəslində Mingəçevir bəndinin töküldüyü zonanın geoloji quruluşu və seysmik aktivliyi haqqında əhatəli məlumatlar verilmişdir. Burada həmçinin Mingəçevir bəndinin töküldüyü zonanın geoloji quruluşu və zonanın seysmoloji xarakteristikaları verilmişdir. Qeyd edilmişdir ki, Mingəçevir su anbarı və ətraf ərazilərin seysmik aktivliyi narahatçılıq doğurur. Narahatçılığın əsas səbəbi odur ki, bir qayda olaraq seysmik aktivliyi olan rayonlarda yaradılan nəhəng su anbarları regionun seysmikliyini daha da artırır ki, bu da Mingəçevir torpaq bəndi üçün əlavə bir risk faktoru yaradır.

II fəslin III yarımfəslində Kür çayının Mingəçevir kəsiyində və su anbarında hidroloji rejimin formalaşması məsələsi araşdırılmışdır. Ümumiyyətlə, Kür çayında axımın formalaşmasında əsas rol yağıntıya məxsusdur. Kür çayında maksimal axımın intensivliyi hövzənin yüksək dağlıq ərazilərində qar örtüyünün ərimə müddətindən asılı olaraq tərəddüd edir və qar sularının bütün həcmi aprel-may aylarında olan daşqın dövründə keçir. Qarlardan fərqli olaraq, yağışlar isə çaylarda tez keçən daşqınlar və sel axınları yaradır. Daşqının kəmiyyəti düşən yağış layından, onun intensivliyindən, davamiyyətindən, həmçinin torpaqdakı rütubət çatışmazlığından asılı olur.

Kür çayının Mingəçevir kəsiyinə uyğun hövzəsinin genişliyi (65000 km²), landşaft quruluşu, hidrometeoroloji və torpaq şəraiti, habelə çoxlu sayda (>4000) sulu qollarının olması tez-tez gözlənilməz sel və daşqın təhlükələri yaradır, Mingəçevir anbarında isə suyun səviyyəsinin təhlükəli həddə qədər artmasına səbəb olur. 2010-cu ilin yaz daşqınları zamanı suyun səviyyəsinin ifrat dərəcədə artması regionda fəvqəladə vəziyyətin yaranmasına səbəb olmuşdu.

II fəslin IV yarımfəslində Mingəçevir bəndinin texniki parametrləri və konstruktiv xüsusiyyətləri verilmişdir. İlk dəfə olaraq, Mingəçevir bəndinin konstruktiv və qranulometrik xüsusiyyətləri, texniki parametrləri, habelə ətraf mühiti haqqında məlumatların araşdırılması əsasında göstərilmişdir ki, tikinti zamanı bəndin maya dəyərinin aşağı olması əsas kriteriya kimi götürülmüş, gələcəkdə global iqlim dəyişmələri nəticəsində maksimal hidroloji rejimin proqnozlaşdırılması və bununla əlaqədar yarana biləcək risk və təhlükəsizlik məsələləri nəzər diqqətdən kənarda qalmışdır.

Mingəçevir bəndi qeyri-bircins gövdəli olub, qumcalı-çaqıllı nüvəyə malikdir. Bəndin yan zonaları çınqıllı qruntdan, orta zonası isə çınqıllı qumdan ibarətdir. Bəndin aşağı paz hüduudlarında drenaj vardır. Nüvə bəndin en kəsiyinin 10%-ni təşkil edir. Bəndin məcranın üstünə düşən hissəsində həm yuxarıdan, həm də aşağıdan tağlar (banketlər) vardır.

Bəndin hündürlüyü 83m, bəndin qaşı üzrə uzunluğu 1500m, eni 16m, istifadə olunmuş qruntun həcmi isə 15 mln. m³ təşkil edir.

Dissertasiyanın **“Mingəçevir torpaq bəndində risklərin qiymətləndirilməsi və analizi”** adlanan III fəslə üç yarımfəsildən ibarətdir. Bu fəsildə Mingəçevir torpaq bəndinin fiziki dayanıqlığını təhdid edən risklər qiymətləndirilmiş və analiz edilmişdir.

III fəslin I yarımfəslində bəndin qaşının yerdəyişməsinə görə onun fiziki dayanıqlığı təsnif edilmişdir. Bəndin vəziyyətini xarakterizə edən göstəricilərin qiymətlərinə nəzarətin son məqsədi budur ki, bəndin iş vəziyyətinin üç fərqli rejimi dəqiq müəyyən edilmiş olsun:

- bəndin nizamlı iş qabiliyyətində olması;
- bəndin iş qabiliyyətinin pozulması;
- son həddinə çatmış (başqa sözlə, qəza vəziyyəti) olması.

Mingəçevir bəndi kimi çox funksiyalı bənddə müəyyən qəza şəraitində bəndin işi qismən də pozula bilər, yəni o bir funksiyasını itirər, digər funksiyalarını isə yerinə yetirməkdə davam edə bilər.

Tədqiqatlar qarşısında qoyulmuş məqsədə çatmaq üçün aparılmış bütün araşdırmalardan bu qənaətə gəlirik ki, Mingəçevir torpaq bəndinin diaqnostikası və təhlükəsizliyini qiymətləndirmək baxımından ən düzgün seçim aerogeodezik üsullarla bəndin qaşının horizontal yerdəyişməsinə (ΔS) nəzarət etməkdən ibarətdir. “Bənd-su anbarı” sisteminin vəziyyətini qənaətbəxş olaraq xarakterizə edən bu parametərə həm kəmiyyət, həm də keyfiyyət nəzarət etmək olur.

İlk dəfə olaraq, tərəfimizdən aparılmış təsnifatla görə, əgər bəndin qaşının horizontal sürüşmələri sönməyən rəqs prosesində dönməz artımlara malikdirsə, onda bəndin vəziyyəti potensial təhlükəli qiymətləndirilir. Əgər vaxt keçdikcə yerdəyişmənin qiyməti artırsa bu hal qəzaqabağı vəziyyət kimi qiymətləndirilir. Riyazi olaraq bu təsnifat aşağıdakı münasibətlərlə xarakterizə olunur: normal halda: $\Delta S^{qalıq}(t_i) < \Delta S^{qalıq}(t_{i-1}) \pm \delta$; potensial təhlükəli halda: $\Delta S^{qalıq}(t_i) \approx \Delta S^{qalıq}(t_{i-1}) \pm \delta$; və qəza-qabağı halda: $\Delta S^{qalıq}(t_i) > \Delta S^{qalıq}(t_{i-1}) \pm \delta$, burada: $\Delta S^{qalıq}(t_{i-1})$ və $\Delta S^{qalıq}(t_i)$ – müvafiq olaraq, bəndin basqı altında istismar olunduğu ($i-1$)-ci və i -ci tsikllərdə nəzarət olunan nöqtələrdə qayıtmaz (yəni, qalıq) artımların ölçülmüş qiymətləridir; $t_1, t_2, \dots, t_n$ – birinci və sonrakı illərdə ölçülmüş tsikllərdir; δ – proqnoz modelinin buraxıla bilən xətasıdır.

III fəslin II yarımfəslində Mingəçevir bəndinin fiziki dayanıqlığına təsir risk faktorlarının hər biri ayrılıqda qiymətləndirilmiş və analiz edilmişdir.

Mingəçevir bəndi kimi mürəkkəb sistemlərdə fiziki dayanıqlıq çoxparametrlili məsələdir. Mingəçevir bəndinin fiziki dayanıqlığını təhdid

edən əsas risk faktorları tərəfimizdən ilk dəfə olaraq aşağıdakı kimi təsnif edilmişdir:

- 1) Bəndin töküldüyü lokasiyada geoloji quruluş ilə əlaqədar seysmik aktivlik;
- 2) Terror təhlükəsi və regiondakı hərbi münaqişələrlə bağlı risklər;
- 3) Kür çayının yuxarı axımında mümkün antropogen-texnogen qəzalar, bəndlərin dağılma riski və “domino prinsipi” təhlükəsi;
- 4) Kür çayında maksimal hidroloji axımın genezisi;
- 5) Su anbarında lillənmə prosesləri;
- 6) Bəndin konstruktiv xarakteristikaları və istismar qəzaları;
- 7) Lağım atan heyvanların neqativ təsiri ilə əlaqədar risklər;
- 8) Su anbarından qidalanan kanalların sugötürücü qurğularının işinin pozulması riski və s.

Digər alternativ təsnifatları istisna etmədən, sadalanan risk faktorlarının hər birinin Mingəçevir bəndinin fiziki dayanıqlığına təsiri keyfiyyətə analiz edilmişdir.

III fəslin III yarımfəsli Mingəçevir bəndində risklərin idarə olunmasına və onun transsərhəd problemlərinin araşdırılmasına həsr olunmuşdur.

Bəndin fiziki dayanıqlığını təhdid edən risk faktorlarının bir qismi (üçüncü və dördüncü) transsərhəd xarakteri daşdığından, onların idarə olunması üçün bəndin dayanıqlığına məsafədən avtomatik nəzarət-monitorinq sisteminin tərəfimizdən təklif olunan modeli qonşu Gürcüstan Respublikası ərazisində Kür, Qanix və Qabırrı çaylarında suyun səviyyəsinə nəzarət komponentlərini də özündə ehtiva etməlidir.

Dissertasiyanın **“Mingəçevir torpaq bəndinin fiziki dayanıqlığına avtomatlaşdırılmış aerogeodezik nəzarət-monitorinq sisteminin modelləşdirilməsi”** adlanan IV fəsli üç yarımfəsildən ibarətdir.

IV fəslin I yarımfəslində Mingəçevir bəndinin fiziki dayanıqlığına aerogeodezik nəzarət sistemi üçün dayaq şəbəkəsinin seçilməsinin konseptual prinsipləri hazırlanmış, sonra isə onun stabilliyi analiz edilmişdir. Aerogeodezik nəzarət üçün seçilmiş dayaq məntəqəsi o zaman stabil hesab olunur ki, onun yerdəyişməsi bu yerdəyişmənin müəyyən olunduğu ən böyük xətdən çox olmasın.

Tədqiqatlarımız çərçivəsində Mingəçevir bəndinin qaşının horizontal yerdəyişməsinə nəzarət-monitorinq sistemini modelləşdirərkən ən müasir aerokosmik peyk rabitə sistemi üzrə işləyə bilən mövcud aerogeodezik reperlər sisteminin imkanlarını araşdıraraq “ALTUS Positioning System” tipli aerogeodezik reperlərdən və müvafiq proqram-alqoritm təminatı olan

GNSS sistemlərindən istifadə etmək tövsiyə olunmuşdur. Regionun seysmik aktivliyi ilə əlaqədar aerogeodezik dayaq şəbəkəsinin seçilməsində yaranmış çətinliyi aradan qaldırmaq üçün belə məntəqələrin 10÷50km məsafədə seçilməsi məqsədmüvafiq hesab edilmişdir.

IV fəslin II yarımfəslində Mingəçevir bəndinin yuxarı byefində suyun səviyyəsinə nəzarət edən avtomatlaşdırılmış informasiya-ölçmə sistemi modelləşdirilmişdir.

Mingəçevir bəndinin fiziki dayanıqlığını təhdid edən risk faktorlarının qiymətləndirilməsi və analizi əsasında sübut edilmişdir ki, bəndin fiziki dayanıqlığına məsafədən avtomatik nəzarət-monitorinq sisteminin təklif olunan modeli iki əsas komponentdən (alt-sistemdən) ibarət olmalıdır: Bunlardan birincisi, Mingəçevir bəndinin üzərində və ondan xeyli uzaq stabil məntəqələrdə yerləşdirilmiş rəqəmsal, GSM-rabitə sistemli aerogeodezik reperlər alt-sistemidir ki, onların hər bir cütü arasındakı qarşılıqlı məsafələr müəyyən zaman fasilələri ilə müqayisə olunur. Bu məsafənin dəyişməsi bəndin deformasiyası kimi qəbul olunur. İkincisi isə, Mingəçevir bəndinin yuxarı byefinə suyun basqısına (suyun səviyyəsinə) avtomatik və avtonom rejimdə çalışan, GSM-rabitəli, üzən su-səviyyəsini ölçən stansiyanın yaradılması və alınan rəqəmsal məlumatların emal olunması alt-sistemidir.

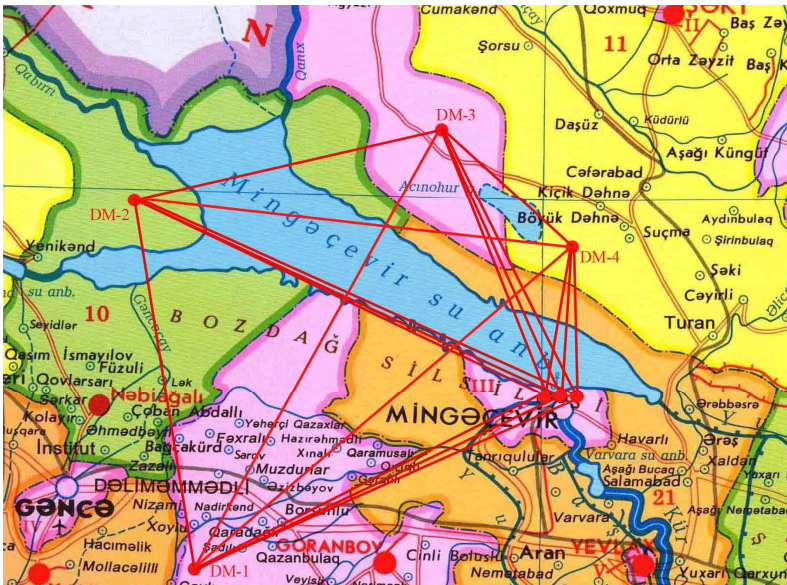
İstənilən mürəkkəb texniki qurğular kimi bəndlərin də potensial sınmaq, xarab olmaq, dağılmaq riski olduğundan əslində bəndi mühafizə etmək mümkün deyildir. Bəndin qaşının horizontal istiqamətdə sürüşməsinin vaxtında aşkara çıxarılması qabaqlayıcı tədbirlərin görülməsini və çayın vadisində əhalinin və təsərrüfat obyektlərinin qorunmasını və evakuasiyasını təmin etmək üçün fəvqəladə tədbirlərin görülməsinə imkan verə bilər. Kür çayının yuxarı axınında olan bəndlərdən hər hansı birinin bu və ya digər səbəbdən dağılması Mingəçevir su anbarına suyun səviyyəsini qaldıraraq, bəndin üstündən aşma dərəcəsinə çatdıra bilər. Suyun bəndin qaşından aşması, onun alt yamaclarının və alt dayaq prizmalarının aşınması və son nəticədə bəndin özünün dağılmasına səbəb ola bilər. Bütün bunlardan əlavə Kür çayında və Mingəçevir su anbarında risklərin idarə olunması qarşısında transsərhəd problemi olduğunu da unutmamaq olmaz.

Bütün bu məqamlar Mingəçevir torpaq bəndinin fiziki dayanıqlığına aerogeodezik nəzarət-monitorinq sisteminin modelləşdirilməsinin tərkib hissəsi kimi Mingəçevir su anbarında və ona tökülən çaylarda hidroloji rejimə (anbarda suyun səviyyəsinə) məsafədən avtomatik nəzarət-monitorinq sisteminin yaradılmasını zəruri edir.

Təklif olunan modeldə Mingəçevir su anbarına tökülən Kür, Qabırrı və Qanix çaylarında, habelə anbarın üzərində suyun səviyyəsini ölçmək üçün avtonom rejimdə işləyə bilən, Günəş enerjisi ilə qidalanan, rəqəmsal su-səviyyəölçənlərinin (sensorların) yerləşdirilməsi və onlarla İdarəetmə Mərkəzi arasında peyk GSM (sellülyar) rabitəsinin yaradılmasından ibarətdir. Belə sistem uzaq məsafələrdən də etibarlı simsiz rabitəni təmin edə bildiyinə görə, Kür çayının Gürcüstan ərazisində, habelə Azərbaycan ərazisinə daxil olduğu məntəqədəki və digər hidroloji postlarda da sensorların yerləşdirilməsi mümkündür.

Müxtəlif sensorlardan siqnallar müəyyən cədvəl üzrə bərabər zaman fasilələri ilə Mərkəzə daxil olur və müvafiq proqram / alqoritm təminatından sonra elektron tabloya verilir. Təklif olunan peyk nəzarət sistemi “real-zaman” rejimində işləyir.

IV fəslin III yarımfəslində Mingəçevir torpaq bəndinin fiziki dayanıqlığına məsafədən avtomatik nəzarət sistemi modelləşdirilmişdir.



Mingəçevir torpaq bəndinin fiziki dayanıqlığına avtomatlaşdırılmış aerogeodezik nəzarət sistemində reperlərin yerləşmə sxemi.

Mingəçevir torpaq bəndinin fiziki dayanıqlığına avtomatlaşdırılmış aerogeodezik nəzarət sisteminin modeli dayaq şəbəkəsi qismində seçilmiş

nöqtələri ilə bəndin üzərində yerləşdirilmiş aerogeodezik reperlərin nöqtələri arasındakı məsafənin qiymətinə nəzarət olunmasına əsaslanır.

Aerogeodezik şəbəkənin dayaq məntəqələri qismində aşağıdakı nöqtələr seçilmişdir:

DM-0: Mingəçevir torpaq bəndinin üzərində 4 ədəd reper yerləşdirilmişdir;

DM-1: Goranboy rayonunun Çaylı kəndinin yaxınlığında yerləşdirilmişdir;

DM-2: Mingəçevir su anbarının şimal-qərbində, Kür və Qabırrı çaylarından eyni məsafədə, Eldar çölündə yerləşdirilmişdir;

DM-3: Mingəçevir su anbarının şimal-şərqində, Daşüz sıra dağları ilə Xocaşen sıra dağları arasındakı geniş ərazidə yerləşən Acınohur çölündə, Acınohur gölündən şimalda, Qax rayonu ərazisində yerləşdirilmişdir;

DM-4: Mingəçevir su anbarının şimal-şərqində, Daşüz sıra dağları ilə Axar-Baxar sıra dağları arasında Acınohur çölündə Acınohur gölündən cənubda, Şəki rayonu ərazisində yerləşdirilmişdir.

Mingəçevir torpaq bəndinin və dayaq məntəqələrinin CİS koordinatları aşağıdakı kimi olmuşdur:

Dayaq məntəqəsi	N	E
DM-0	40° 47' 09"	47° 02' 00"
DM-1	40° 37' 57"	46° 32' 00"
DM-2	41° 04' 31"	46° 34' 05"
DM-3	41° 04' 29"	46° 50' 00"
DM-4	40° 56' 11"	47° 02' 33"

Dayaq məntəqələri, habelə dayaq məntəqələri ilə Mingəçevir torpaq bəndi arasındakı cüt-cüt qarşılıqlı məsafələr aşağıdakı kimi olmuşdur:

DM-0 - DM-1: 45,52km; DM-0 - DM-2: 50,63km; DM-0 - DM-3: 36,25km; DM-0 - DM-4: 16,76km; DM-1 - DM-2: 49,48km; DM-1 - DM-3: 55,41km; DM-1 - DM-4: 54,68km; DM-2 - DM-3: 22,24km; DM-2 - DM-4: 42,70km; DM-3 - DM-4: 23,34km;

Dayaq şəbəkəsi qismində seçilmiş nöqtələrin geodezik koordinatları stabildir, zaman və məkan çərçivəsində heç bir dəyişikliyə uğramır. Əgər həmin dayaq nöqtələri ilə bəndin üzərindəki aerogeodezik reperlərin nöqtələri arasında məsafə hər hansı səbəbdən dəyişirsə bu bəndin qaşının sürüşməsi kimi (ΔS) qiymətləndirilir.

IV fəslin sonunda təklif olunan modelin reallaşdırılacağı təqdirdə bəndin deformasiyasının müəyyən olunmasının dəqiqliyi araşdırılmışdır. Qeyd edilmişdir ki, naviqasiya peyklərində istifadə olunan dekart koordinat sistemi çoxlu sayda çevrilmələr etmədən bəndin qaşının horizontal yerdəyişməsinə dəqiq hesablamağa imkan vermir. Reperlər arasında məsafə böyük olduğundan Yer meridianının həmin məsafədəki ayrılığı mütləq nəzərə alınmalıdır. Qarşıya qoyulmuş problem məsələnin məqsədləri üçün müstəvi konform koordinatların Qauss proeksiyalarından istifadə etmək daha məqsədə müvafiqdir. Müstəvi konform koordinatların Qauss proeksiyalarından istifadə edilməsi həm də ondan irəli gəlir ki, bu koordinatlar ilə əyrixətli geodezik koordinatlar arasında ciddi riyazi əlaqə mövcuddur. Bəndin deformasiyasının təyin olunmasının dəqiqliyini araşdırmaq üçün mövcud riyazi aparatdan istifadə edilmişdir.

Geodeziya kursundan məlum olduğu kimi geodezik B və L koordinatlarına görə Qauss proyeksiyasında konform müstəvi koordinatların x , y və H düsturu belədir:

$$x = D + \frac{N}{2\rho^2} l''^2 \sin B \cos B \quad y = \frac{l''}{\rho} N \cos B \quad H = \frac{R}{\cos B} - N$$

burada D – hər hansı dayaq reper ilə bəndin üzərindəki hər hansı reper arasındakı meridian qövsünün uzunluğudur.

$$D = a(1 - e^2) \left(A_d \frac{B''}{\rho} - \frac{B_d}{2} \sin 2B + \frac{C_d}{4} \sin 4B - \dots \right); \quad \text{burada:}$$

$$A_d = 1 + \frac{3}{4} e^2 + \frac{45}{64} e^4 + \dots;$$

$$B_d = \frac{3}{4} e^2 + \frac{15}{16} e^4 + \dots;$$

$$C_d = \frac{15}{64} e^4 + \dots;$$

$$R = \sqrt{X^2 + Y^2} = (N + H) \cos B;$$

$$N = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 B}}$$

burada H - geodezik hündürlükdür. Bir sıra riyazi əməliyyatlardan sonra bəndinin deformasiyasının aerogeodezik üsulla təyin olunmasının orta kvadratik xətalrı aşağıdakı kimi alınmışdır:

$$m_x^2 = A_x^2 m_X^2 + B_x^2 m_Y^2 + C_x^2 m_Z^2$$

$$m_y^2 = A_y^2 m_X^2 + B_y^2 m_Y^2 + C_y^2 m_Z^2$$

$$m_H^2 = A_H^2 m_X^2 + B_H^2 m_Y^2 + C_H^2 m_Z^2$$

Düsturlardakı X , Y və H - geodezik koordinatlar, x , y , z – isə dekart koordinatları; m_x , m_y və m_z – müvafiq dekart oxları boyunca orta kvadratik xətlər; A , B və C isə əmsallardır.

Beləliklə, alınmış düsturlardan istifadə etməklə bəndin deformasiyasının təyin edilməsi xətasını müəyyən etmək olar. Azərbaycan Respublikasının ikinci süni peyki orbitə çıxarıldıqdan sonra təklif olunan modeli praktik olaraq reallaşdırmaq mümkün olacaqdır.

ƏSAS NƏTİCƏLƏR

1. Mövcud elmi-texniki ədəbiyyatın toplanması, sistemləşdirilməsi və araşdırılması əsasında göstərilmişdir ki, Mingəçevir torpaq bəndinin fiziki dayanıqlığı məsələsi indiyədək ayrıca elmi problem kimi qoyulmamış, bəndin fiziki dayanıqlığına təsir edən risk faktorları qiymətləndirilməmiş və analiz edilməmişdir.
2. İlk dəfə olaraq, Mingəçevir bəndinin konstruktiv və qranulometrik xüsusiyyətləri, texniki parametrləri, habelə ətraf mühiti haqqında məlumatların araşdırılması əsasında göstərilmişdir ki, tikinti zamanı bəndin maya dəyərinin aşağı olması əsas meyar kimi götürülmüş, gələcəkdə global iqlim dəyişmələri nəticəsində maksimal hidroloji rejimin proqnozlaşdırılması və bununla əlaqədar yarana biləcək risk və təhlükəsizlik məsələləri nəzər diqqətdən kənarda qalmışdır.
3. İlk dəfə olaraq, Mingəçevir bəndinin qaşının yerdəyişməsinə görə fiziki dayanıqlığın təsnifatı aparılmışdır. Təsnifata görə, əgər bəndin qaşının horizontal sürüşmələri sönməyən rəqs prosesində dönməz artımlara malikdirsə, onda bəndin vəziyyəti potensial təhlükəli qiymətləndirilir. Əgər vaxt keçdikcə yerdəyişmənin qiyməti artırsa bu hal qəza qabağı vəziyyət kimi qiymətləndirilir. Riyazi olaraq bu təsnifat aşağıdakı münasibətlərlə xarakterizə olunur:

- normal: $\Delta S^{qalıq}(t_i) < \Delta S^{qalıq}(t_{i-1}) \pm \delta$,
- potensial təhlükəli: $\Delta S^{qalıq}(t_i) \approx \Delta S^{qalıq}(t_{i-1}) \pm \delta$,

- qəza-qabağı: $\Delta S^{qalıq}(t_i) > \Delta S^{qalıq}(t_{i-1}) \pm \delta$.

burada: $\Delta S^{qalıq}(t_{i-1})$ və $\Delta S^{qalıq}(t_i)$ – müvafiq olaraq, bəndin basqı altında istismar olunduğu ($i-1$)-ci və i -ci tsikllərdə nəzarət olunan nöqtələrdə qayıtmaz (qalıq) artımların ölçülmüş qiymətləridir; $t_1, t_2, \dots, t_n$ – birinci və sonrakı illərdə ölçülmüş tsikllərdir; δ – proqnoz modelinin buraxıla bilən xətasıdır.

4. İlk dəfə olaraq, Mingəçevir bəndinin ətraf mühiti haqqında bütün mövcud məlumat bazasının əsasında onun fiziki dayanıqlığına təsir edən risk faktorları dərəcəsinə görə təsnif edilmiş, risklərin hər biri ayrılıqda qiymətləndirilmiş və analiz edilmişdir.
5. Göstərilmişdir ki, Mingəçevir bəndinin fiziki dayanıqlığını təhdid edən risk faktorlarının bir qismi transsərhəd xarakteri daşdığından, onların idarə olunması üçün bəndin dayanıqlığına məsafədən avtomatik nəzarət-monitorinq sisteminin tərəfimizdən təklif olunan modeli qonşu Gürcüstan Respublikası ərazisində Kür, Qanıx və Qabırrı çaylarında suyun səviyyəsinə nəzarət komponentlərini də özündə ehtiva etməlidir.
6. Mingəçevir bəndinin fiziki dayanıqlığını təhdid edən risk faktorlarının qiymətləndirilməsi və analizi əsasında sübut edilmişdir ki, bəndin fiziki dayanıqlığına məsafədən avtomatik nəzarət-monitorinq sisteminin təklif olunan modeli iki əsas komponentdən (alt-sistemdən) ibarət olmalıdır:
 - Mingəçevir bəndinin üzərində və ondan xeyli uzaq stabil məntəqələrdə yerləşdirilmiş rəqəmsal, GSM-rabitə sistemli aerogeodezik reperlərdən alınan koordinatların qiymətlərinin müəyyən zaman fasilələri ilə müqayisə olunması; Bu məsafənin dəyişməsi bəndin qaşının yerdəyişməsi kimi qəbul olunur.
 - Mingəçevir bəndinin yuxarı byefinə suyun basqısına (suyun səviyyəsinə) avtomatik və avtonom rejimdə çalışan, GSM-rabitəli, üzən su-səviyyəsini ölçən stansiyadan alınan rəqəmsal məlumatların emal olunması.
7. Mingəçevir torpaq bəndinin fiziki dayanıqlığına aerogeodezik avtonom nəzarət-monitorinq sisteminin modeləşdirilməsinin tərkib hissəsi kimi Mingəçevir su anbarında və ona tökülən çaylarda suyun səviyyəsinə nəzarət edən avtomatlaşdırılmış informasiya-ölçmə sisteminin yaradılması zəruridir. Təklif olunan modeldə su anbarına tökülən Kür, Qabırrı və Qanıx çaylarında, habelə anbarın üzərində suyun səviyyəsini ölçmək üçün avtonom rejimdə işləyən

bilən, Günəş enerjisi ilə qidalanan, rəqəmsal su - səviyyəölçən sensorların yerləşdirilməsi və onlarla İdarəetmə Mərkəzi arasında peyk GSM-rabitəsinin yaradılmasından ibarətdir.

Dissertasiyanın əsas məzmunu aşağıdakı elmi əsərlərdə öz əksini tapmışdır:

1. Ocaqov H.O., Qafarov E.K. Fövqəladə hallarda iqtisadi obyektlərin iş sabitliyinin yüksəldilməsi üzrə tədbirlərin seçilməsi və əsaslandırılması. / Tələbə və magistrantların XXV elmi konfransının materialları, Bakı 18-21 may, 2004-cü il, s.227.
2. Qafarov E.K., Bayramov M.Ə. Fövqəladə halların idarə olunmasında və nəticələrinin aradan qaldırılmasında bələdiyyələrin rolu. / «Fövqəladə hallarda təhlükəsizliyin idarə olunması» mövzusunda IV Beynəlxalq Simpoziumun tezisləri. Bakı, 15-16 noyabr 2007-ci il, s.73-76.
3. Səbzəliyev S.A., Qafarov E.K. Fövqəladə hallarda iqtisadi obyektlərin dayanıqlığının yüksəldilməsi. / «Nəqliyyat sistemində təhlükəsizliyin idarə olunması problemləri» mövzusunda beynəlxalq elmi-praktik konfransın tezisləri. Bakı, 23-24 oktyabr 2008-ci il, s.123-124.
4. Qaffarov T.Ə., Səbzəliyev S., Qafarov E.K. Fövqəladə hallarda aktiv və passiv mühafizə üsullarının tətbiqi. / H.Ocaqovun 70 illik yubileyinə həsr olunmuş «Fövqəladə hallar və ətraf mühit» mövzusunda Beynəlxalq elmi-praktik konfransın tezisləri. Bakı, 15-16 dekabr 2009-cu il, s.264-265.
5. Qaffarov T.Ə., Hacımətov Q.N., Səbzəliyev S.A., Hacıyev A.İ., Qafarov E.K. Sel axını zamanı yaranan fəvqəladə hallarda xəbərdarlığın təşkili və selin idarə olunması yolları. / AzMIU-nun professor-müəllim heyətinin və aspirantların elmi konfransının tezisləri. Bakı, 2010, II hissə, s.203-204.
6. Qafarov E.K., Əkbərov R.Y. Fövqəladə hallarda riskin iqtisadi idarəetmə mexanizmi. / “Fövqəladə hallar riskinin azaldılması və Hyogo prinsipləri barədə tərəfdaşların məlumatlandırılması” mövzusunda Beynəlxalq simpoziumun materialları. Bakı, 25-26 noyabr 2010-cu il, s.99-102.
7. Qafarov E.K. Mingəçevir bəndinin fiziki dayanıqlığına təsir edən amillər. - Nəzəri və tətbiqi mexanika jurnalı, 2011, № 1-2, s.41-45.

8. Алиев В.А., Кафаров Э.К. Классификация состояния физической устойчивости плотины по смещениям гребня. // АМАКА-nın Elmi Xəbərləri jurnalı, 2011, cild 14, № 4, s.73-77.
9. Gafarov E.K., Aliyev V.A. Modeling of the Remote Control System for Physical Stability of the Hydraulic Fill Dam. // Georgian Engineering News, 2011, № 2, pp.56-59.
10. Кафаров Э.К., Ахмедов А.А., Алиев В.А. О возможности аэрогеодезического мониторинга деформации плотины: выбор опорной сети. // Nəzəri və tətbiqi mexanika jurnalı, 2011, № 3-4, c.113-116.
11. Əliyev V.Ə., Qafarov E.K., Yusifov M.Yu., Nəbiyeva S.Q., Əhmədov A.A. Kürün Azərbaycan hissəsində fiziki-coğrafi şərait və suyun dinamikasına təsir edən amillər. // Ekologiya və su təsərrüfatı jurnalı, 2011, № 3, c.51-55.
12. Əliyev V.Ə., Əhmədov A.A., Qafarov E.K., Abdurahimov S. Çaylarda daşqın anlayışı və daşqın problemi. // Ekologiya və su təsərrüfatı jurnalı 2011, № 5, s.50-53.
13. Алиев В.А., Ахмедов А.А., Кафаров Э.К. Моделирование аэрогеодезического мониторинга осадки и смещения плотин и берегозащитных дамб. / “İcmaları – Hyoqo Fəaliyyət Proqramına uyğun olaraq əhalinin, iqtisadiyyatın və ətraf mühitin mühafizəyə hazırlanmasında yerli icra hakimiyyəti orqanları və bələdiyyələrin qarşılıqlı fəaliyyəti” mövzusunda elmi-praktik konfransın materialları, Bakı, 15 noyabr 2011-ci il, s.144-145.
14. Əliyev V.Ə., Qafarov E.K., Əhmədov A.A. Mingəçevir bəndinin fiziki dayanıqlığına nəzarət sisteminin modelləşdirilməsinə müasir yanaşmalar. / “Riskin idarə olunması – fəvqəladə halların qarşısının alınması, təsirinin azaldılması və nəticələrinin aradan qaldırılmasının təşkili” mövzusunda Beynəlxalq elmi-praktiki konfransın materialları, Bakı, 13-14 iyun 2011-ci il, s.48-52.
15. Aliyev V.A., Mahmudov R.N., Yusifov M.Yu., Nəbiyeva S.G., Ahmedov A.A., Gafarov E.K. Mingechevir embankment dam collapse: Catastrophic risk analysis and management. / Abstracts of the International Congress “Natural Cataclysms and Global Problems of the Modern Civilization”, GEOCATACLYSM – 2011, 19-21 September 2011, Istanbul, Turkey, pp.166-167.
16. Алиев В., Ахмедов А., Набиева С., Гафаров Э., Юсифов М. Последние достижения в картографировании риска речных наводнений. / Материалы II Международной конференции

- «Современные достижения науки», Баку, 14-16 февраля 2011г., с.110-113.
17. Rəhimova S., Əliyev V., Əhmədov A., Qafarov E., Abdurahimov S. Aşağı Kürdə daşqın yaradan fiziki proseslər. / “Qloballaşma ilə əlaqədar fövqəladə hallara qarşı mübarizənin müasir problemləri” mövzusunda Beynəlxalq elmi-praktik konfransın materialları, 30-31 may 2012-ci il, Bakı, Azərbaycan, s.161-163.
 18. Əliyev V.Ə., Qafarov E.K., Əhmədov A.A., Nəbiyeva S.Q. Transsərhəd daşqın idarəetmə mərkəzinin fəaliyyətinə qoyulan tələblər. / “Təbii fəlakətlərə daha çox məruz qalan regionlarda dayanıqlığın yüksəldilməsi, icmaların fövqəladə hallara hazırlanması və əhali arasında risk mədəniyyətinin yüksəldilməsi” mövzusunda elmi-praktiki konfransın tezisləri, Bakı, 19-20 noyabr 2012-ci il, s.90-92.
 19. Qafarov E.K., Əliyev V.Ə. Mingəçevir bəndinin fiziki dayanıqlığına aerogeodezik nəzarət sisteminin modelləşdirilməsi. / “Müasir inşaatın nəzəri və praktik problemləri” mövzusunda beynəlxalq elmi praktiki konfransın tezisləri, Bakı, 29-30 noyabr 2012-ci il, s.212-213.
 20. Кафаров Э.К. Трансграничное управление рисков наводнений и разрушений дамб на реке Кура: Усилия международных организаций. // журнал «Новый университет», серия: технические науки, 2013, № 3(13), с.19-20.
 21. Ramazanlı Z., Rəhimova S., Əliyev V., Əhmədov A., Abdurahimov S., Nəbiyeva S., Qafarov E. Kürdə məcra dinamikasını yaradan mexaniki qüvvələr. // Nəzəri və tətbiqi mexanika jurnalı, 2013, № 3-4, s.41-46.
 22. Gafarov E.K. Aero-geodetic monitoring of dam deformation. // Georgian Engineering News, 2015, v.73, No 1, pp.96-98.

Кафаров Эмиль Камиль оглы
Моделирование системы дистанционной, аэрогеодезической,
системы контроля физической устойчивости
Мингечаурской земляной плотины

РЕЗЮМЕ

Диссертационная работа посвящена моделированию дистанционной, автоматизированной, аэрогеодезической системы контроля физической устойчивости Мингечаурской земляной плотины. Диссертация состоит из введения, четырёх глав, основных выводов и списка использованной литературы.

Во введении обосновываются актуальность темы, степень изученности, теоретические и методологические основы, цели и задачи, научная новизна и практическое значение работы.

Первая глава - «Проблема физической устойчивости плотин: Основные понятия и обзор проблемной научно-технической литературы» носит обзорный характер. **Во второй главе** приведены технические параметры и конструктивные особенности плотины и его окружающая среда. **В третьей главе** проведена оценка и анализ рисков, угрожающих физической устойчивости Мингечаурской плотины. **В четвертой главе** - на основании оценки и анализа факторов риска доказано, что дистанционная аэрогеодезическая система контроля физической устойчивости плотины должна содержать две подсистемы: Во-первых, на теле Мингечаурской плотины и вдали от нее должны быть попарно установлены цифровые аэрогеодезические реперы с GSM-связью. По определенному временному протоколу измеряются расстояния между реперами. Изменение этого расстояния оценивается как смещение гребня плотины. Во-вторых, автоматизированная информационно-измерительная система уровня воды на верхнем бьефе плотины.

В первой подсистеме, рекомендовано использование реперов с GSM-связью и программным обеспечением с портативным компьютером. Во второй подсистеме, рекомендовано использование цифровых регистраторов уровня воды с GSM-связью. Цифровые информации подсистем принимаются по четко установленному временному протоколу в виде SMS-сообщений через многоканальные трансмиттеры.

В заключении обобщаются выводы, полученные в результате исследования.

Gafarov Emil Kamil oglu
Modeling of the Remote Aero-geodetic Control System for
Mingechevir Earthen Dam Physical Stability
SUMMARY

The dissertation is devoted modeling of the remote automated aero-geodetic control system of physical stability of the Mingechevir earthen dam.

In introduction the theme actuality, degree of a level of scrutiny, theoretical and methodological bases, the purposes and problems, scientific novelty, theoretical and practical value of work are proved.

The first chapter is devoted review scientific and technical literature on the problem of physical stability of dams and concerning basic concepts. **In the second chapter** the technical parameters and design features of a dam and its environment are resulted. **In the third chapter** carried out estimation and the analysis of the dangerous risks, menacing physical stability of the Mingechevir dam. **In the fourth chapter** - on the basis of estimation and analysis of risk factors it is proved that the remote aero-geodetic monitoring system of physical stability of a dam should contain two subsystems: First, on a body of the Mingechevir dam and far from it digital aero-geodetic benchmarks with GSM-communication should be in pairs established. Under the certain temporary protocol distances between benchmarks are measured. Change of this distance is estimated as displacement of a crest of a dam. Secondly, the automated water level's information-measuring system on head race.

In the first subsystem, use of benchmarks with GSM-communication and the software with the portable computer is recommended. In the second subsystem, use of digital registrars of a water level with GSM-communication is recommended. Digital information of subsystems are accepted under accurately established temporary protocol in the form of SMS-messages through multichannel transmitters.

In the conclusion the results of research are generalized.

Kağız formatı:60/84 16/1
Sayı:100 nüsxə

AMEA-nın mətbəəsində çap olunmuşdur.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ
РЕСПУБЛИКИ
АЗЕРБАЙДЖАНСКИЙ АРХИТЕКТУРНО-
СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

На правах рукописи

ЭМИЛЬ КАМИЛЬ ОГЛЫ КАФАРОВ

**МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ
ДИСТАНЦИОННОГО АЭРОГЕОДЕЗИЧЕСКОГО
КОНТРОЛЯ ФИЗИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ
МИНГЕЧАУРСКОЙ ЗЕМЛЯНОЙ ПЛОТИНЫ**

*Специальность: 3358.01 – Безопасность в чрезвычайных
ситуациях (гидротехника)*

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

**диссертации на соискание ученой степени доктора
философии по технике**

Б А К У - 2015