

**AZƏRBAYCAN MİLLİ ELMLƏR AKADEMİYASI  
TORPAQŞÜNASLIQ VƏ AQROKİMYA İNSTİTUTU**

*Əlyazması hüququnda*

**YASİN İSMAYIL OĞLU RÜSTƏMOV**

**HİDROMELİORATİV SİSTEM VƏ QURĞULARIN  
ETİBARLILIĞININ YÜKSƏLDİLMƏSİNİN  
NƏZƏRİ-PRAKTİK ƏSASLARI**

3103.02 – Meliorasiya, rekultivasiya və torpaqların mühafizəsi

Texnika üzrə elmlər doktoru elmi dərəcəsi  
almaq üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın

**AVTOREFERATI**

**Bakı – 2015**

Dissertasiya Azərbaycan Meliorasiya və Su Təsərrüfatı ASC – nin Azərbaycan Hidrotexnika və Meliorasiya Elm-İstehsalat Birliyində yerinə yetirilmişdir (“Drenaj” laboratoriyası).

**Elmi məsləhətçi:**

AMEA – nın akademiki, riyaziyyat  
elmləri doktoru, professor

**A.H.Hacıyev**

**Rəsmi opponentlər:**

AMEA-nın müxbir üzvü,  
texnika elmləri doktoru, professor  
Texnika elmləri doktoru, professor  
Texnika elmləri doktoru

**Q.M.Pənahov**

**A.B.Həsənov**

**S.T.Həsənov**

**Aparıcı təşkilat:**

**Azərbaycan Elmi-Tədqiqat Su Problemləri İnstitutu**

Dissertasiyanın müdafiəsi \_22\_ 09\_\_ 2015-ci il tarixdə saat \_\_\_-də Azərbaycan MEA Torpaqşünaslıq və Aqrokimya İnstitutu nəzdində elmlər doktoru elmi dərəcəsi verən D.01.041 Dissertasiya Şurasının iclasında keçiriləcəkdir.

Avtoreferata verilmiş rəylərin 2 nüsxədə aşağıdakı ünvana göndərilməsi xahiş olunur. AZ1073, M.Rahim küçəsi 5. Faks 438-32- 40, Şuranın elmi katibinə.

Dissertasiya ilə AMEA Torpaqşünaslıq və Aqrokimya İnstitutunun kitabxanasında tanış olmaq olar.

Avtoreferat göndərilib: “ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2015-ci il

**Dissertasiya Şurasının  
elmi katibi, a.e.f.d.**

**A.F. Həsənova**

---

**Format 60x84 1/16. Sifariş № 471**  
**Kağız əla növ. Tiraj 100 nüsxə.**

---

**AMEA İdarəetmə Sistemləri İnstitutu informasiya**  
**materiallarının hazırlanması sahəsi. Bakı şəhəri,**  
**B.Vahabzadə küç., 9. Tel: (+012) 539-28-26**

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНА  
ИНСТИТУТ ПОЧВОВЕДЕНИЯ И АГРОХИМИИ**

*На правах рукописи*

**ЯСИН ИСМАИЛ ОГЛЫ РУСТАМОВ**

**НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОВЫШЕНИЯ  
НАДЕЖНОСТИ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ И  
СООРУЖЕНИЙ**

3103.02-Мелиорация, рекультивация и охрана земель

**АВТОРЕФЕРАТ**

Диссертации на соискание ученой  
степени доктора технических наук

**Баку – 2015**

## **İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI**

**İşin aktuallığı.** Respublikada kənd təsərrüfatında istifadə üçün yararlı torpaqların əsas hissəsi düzənlik ərazilərdə – arid zonalarda yerləşib, iqlimi və atmosfer yağıntıları ilə səciyyələnir. Yüksək və sabit kənd təsərrüfatı məhsulu istehsal etmək üçün mütəmadi olaraq həmin ərazilərdə irriqasiya – meliorasiya tədbirlərinin aparılması və onların səmərəliliyinin artırılması tələb olunur. Lakin istismar olunan hidromeliorativ sistemlər və qurğuların texniki və istismar göstəricilərinin araşdırılması nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, onların əksəriyyətində ayrı-ayrı elementlərin tez-tez sıradan çıxması, öz funksiyalarını yerinə yetirə bilməməsi ətraf ərazilərin bataqlıqlaşmasına, torpaqların şorlaşmasına və sairə fəsadlara gətirib çıxarır. Müəyyən olunmuşdur ki, sistem və qurğuların effektivliyinin aşağı düşməsinə onların layihələndirilməsi zamanı istifadə edilən hesablama metodlarının və riyazi modellərin düzgün seçilməməsi, tikinti texnologiyalarının, istehsal və istismar proseslərinin pozulması, istifadə edilən materialların keyfiyyətinin aşağı olması, nəzarətin təşkilində buraxılan səhvlər səbəb olur.

Hidromeliorativ sistem və qurğuların layihələndirilməsi, tikintisi və istismarı zamanı stoxastik sxem üzrə baş verən hadisələrin iştirakı çoxluq təşkil etdiyindən qeyri-müəyyənlik halları çoxalır. Amma mövcud metodikaya əsaslanan üsullarla qarşıya çıxan qeyri-müəyyənlikləri həll etmək böyük çətinlik yaradır.

Praktika göstərir ki, meliorasiya və su təsərrüfatı problemə diqqətlə yanaşmanı tələb edən mürəkkəb və kompleks bir istehsal sahəsidir. Bu sahədə məqsəd təkcə tikintinin az məsrəflə tez başa çatdırılması deyil, qoyulan vəsaitin ödənilmə müddətini layihədə göstərilən normativə yaxınlaşdırmaqdan, hidromeliorativ sistemlərin etibarlı işini təmin etməkdən və mühəndisi müdaxilə ilə mənfəi ekoloji-sosial fəsadların qarşısının alınmasından ibarətdir. Layihələrdə hidromeliorativ obyektlərin hansı riskə uyğun olduğu və onların nə dərəcədə etibarlı və uzun ömürlü olması haqqında məlumatlar verilmir.

Təhlillər göstərir ki, layihələrdə sistem və qurğuların etibarlılığının hesablanmaması və ya nəzərdə tutulmaması etibarlılıq nəzəriyyəsinin tətbiqinin çətin olması ilə bağlıdır. Belə ki, etibarlılıq haqqında ümumi nəzəriyyə geniş inkişaf tapsa da, onun konkret sahələrdə tətbiqi məsələləri tam həll edilməmişdir. Sistem və qurğuların etibarlılığının başqa parametrlərdən fərqləndirici cəhəti onun zamanla baş verən təsadüfi

hadisələri xarakterizə etməsidir.

Texniki sistem və qurğu o zaman effektiv hesab edilir ki, onun yüksək etibarlılığı olsun. Etibarlılıq tələblərini ödəyən texniki sistem qurmaq üçün mütləq onun layihələndirilməsində etibarlılığı hesablamaq və onun texniki olaraq reallaşması yollarını bilmək lazımdır. Hətta təcrübə olaraq sübut etmək lazımdır ki, layihələndirilən obyektin etibarlılığı əvvəlkindən aşağı deyil. Eyni zamanda istismar dövründə qurğunun fasiləsiz işləməsinin metodları hazırlanmalıdır.

Ümumiyyətlə istənilən obyektin layihələndirilməsində etibarlılığı xarakterizə edən göstəricilərin nəzərə alınması, həmin obyektlərin faydalı iş əmsalının yüksəldilməsinin ən qısa yoludur. Bu mənada meliorasiya və su təsərrüfatı sistem və qurğularının etibarlılıq nəzəriyyəsini tətbiq etməklə layihələndirilməsi, tikintisi və istismarı ən aktual problemlərdən biridir.

**İşin məqsədi və tədqiqatın vəzifələri.** İşin əsas məqsədi Azərbaycanda meliorasiya və su təsərrüfatında layihələndiriləcək, tikiləcək və istismar edilən sistem və qurğuların istismar etibarlılığının nəzəri-praktik əsaslarının işlənməsindən ibarətdir.

Qarşıya qoyulan məqsədə nail olmaq üçün aşağıdakı məsələlər həll edilmişdir:

1. Problemin müasir vəziyyəti və onun təhlili;
2. Etibarlılıq nəzəriyyəsinin konkret obyektlərdə tətbiqi zamanı buraxılan səhvlərin aşkar edilməsi, nəzəriyyənin tətbiqi əsaslarının hazırlanması;
3. Layihələndirilən və istismar edilən qurğuların etibarlılığına təsir edən amillərin təsnifatlandırılması, qurğuların istismar müddətinin artıb-azalma, aşınma, sıradan çıxma, planlaşdırılmamış hallarda dayanma, işinin effektivliyinin aşağı düşmə səbəblərinin aşkar edilməsi;
4. Sistem və qurğuların etibarlılığının artırılması üçün konkret metod və tədbirlərin işlənməsi;
5. İşləmələrin iqtisadi səmərəliliyinin təyin edilməsi.

**Tədqiqat obyektini** – istismar edilən elektrikli işləyən nasos stansiyaları, kollektor-drenaj şəbəkələri, subartezian quyuları və bu sistemlərə daxil olan əsas və köməkçi elementlərdən ibarətdir. Təcrübə – tədqiqat işləri əsasən Salyan düzü və Kür-Araz Ovalığında istismar olunan sistem və qurğular üzərində aparılmışdır.

**Tədqiqatın metodikası.** Qarşıya qoyulan problemi həll etmək üçün tədqiqat obyektlərinə daxil olan qurğuların layihələndirilməsi, tikinti texnologiyaları və istismar qaydaları mövcud layihə, fond və ədəbiyyat mənbələri əsasında öyrənilmişdir. Qurğuların və onların elementlərinin iş

prinsipi, konstruksiyaları, elementlər arasındakı qarşılıqlı münasibətləri sistemli yanaşma metodu ilə alınan məlumatlar analizə cəlb edilmişdir. Layihə, tikinti və istismar zamanı buraxılan çatışmazlıqlar, normalardan kənarlaşmalar aşkar edilmişdir. Etibarlılıq nəzəriyyəsinə, sistemli yanaşma metod və üsullarına əsaslanaraq sistem və qurğuların, həmçinin onlara daxil olan elementlərin etibarlılığına təsir edən amillər müəyyənəndirilmişdir. Etibarlılığı tam təmin edən amillər təsir gücünə görə dərəcələrə bölünərək sistemləşdirilmişdir. Nəzəri və eksperimentlər əsasında alınan nəticələr konkret obyektlərdə yoxlanılmışdır.

### **İşin elmi yenilikləri aşağıdakılardan ibarətdir:**

1. Aparılan nəzəri və eksperimental tədqiqatlar nəticəsində ilk dəfə olaraq Azərbaycanda torpaqların meliorasiyası və suvarma suyu ilə təmin edilməsi üçün istismar olunan hidromeliorativ sistem və qurğularının etibarlılığını müəyyən etmək və onların effektivliyinin yüksəldilməsi məqsədi ilə “ehtimal və etibarlılıq” nəzəriyyələrinin tətbiqinin elmi-praktiki əsasları işlənmişdir.

2. Suvarmada və kollektor-drenaj şəbəkələrindən izafi suları kənar etmək üçün istismar olunan elektrikli işləyən mövcud nasos stansiyalarının fasiləsiz işləmə zamanlarının paylanma qanunu və istismar etibarlılığı müəyyən edilmişdir.

3. Qarabağ və Salyan düzlərində yeni istifadəyə verilmiş və uzun müddət istismar olunan kollektor-drenaj şəbəkəsinin etibarlılığı müəyyən edilmiş və onların effektivliyinin yüksəldilməsi üçün tədbirlər işlənmişdir.

4. Azərbaycanın dağlıq, dağətəyi və düzənlik ərazilərində istifadə olunan subartezian quyularının etibarlılığı müəyyən edilmiş, ilk dəfə olaraq dayanmaların paylanma qanunauyğunluqları üyrənilmiş, dayanmaları törədən səbəblər aşkar edilmiş və subartezian quyularının etibarlılığının artırılma yolları, metod və üsulları hazırlanmışdır.

5. Nasos stansiyalarının, kollektor-drenaj şəbəkələrinin və subartezian quyularının etibarlılığını təyin etmək üçün konkret etibarlılıq blok-sxemləri, riyazi modellər tərtib edilmişdir.

6. Mürəkkəb hidrogeoloji şəraitlərdə tətbiq edilən subartezian və saquli drenaj quyularının işinin təhlili, onların optimal parametrlərini təyin etmək və layihələndirmək üçün kompüter proqramı işlənmişdir.

### **Müdəfiə olunan müddəalar:**

– layihələndirilən, tikilən və istismar olunan hidromeliorativ, hidrotexniki sistem və qurğuların etibarlılığının müəyyən edilməsi və onların effektiv işinin təmin edilməsi üzrə kompleks tədbirlər və bu

tədbirlərin həyata keçirilmə metodlarının nəzəri-praktiki əsasları;

– elektrik enerjisi ilə işləyən nasos stansiyalarının istismar etibarlılığının müəyyən edilmə metodu və onların etibarlılığının yüksəldilməsi üçün zəruri tədbirlər;

– yeni istismara verilmiş və uzun müddət ərzində istismar olunan kollektor-drenaj şəbəkələrinin etibarlılığının təyin edilmə metodu və onların etibarlılığının yüksəldilməsi üçün zəruri tədbirlər;

– müxtəlif hidrogeoloji şəraitlərdə tətbiq edilən subartezian quyularının müasir vəziyyəti və onların faktiki etibarlılığının təyin edilmə metodu, mövcud subartezian və şaquli drenaj quyularının dayanma qanunauyğunluqları və onların aradan qaldırılma yolları;

– nasos stansiyalarının, kollektor-drenaj şəbəkələrinin və subartezian quyularının işinin və etibarlılığının öyrənilməsi üzrə etibarlılıq blok-sxemlərinin, modellərinin və kompyuter proqramlarının tərtibi.

**İşin praktiki tətbiqi.** Elmi-tədqiqat işlərinin əsas nəticələri ölkənin müxtəlif torpaq, hidrogeoloji, coğrafi və xarici ölkələrin anoloji şəraitlərində tətbiq edilə bilər. Etibarlılıq nəzəriyyəsinin konkret obyektlərdə tətbiq edilməsi üzrə hazırlanmış müvafiq metodikalar bu nəzəriyyədən praktiki işlərdə, o cümlədən layihələndirmə, proqnoz, təhlil və sair məsələlərdə istifadə etməyə imkan verir və nəzəriyyənin tətbiqini asanlaşdırır.

İşlənmiş riyazi modellər və tərtib edilmiş kompyuter proqramı subartezian və şaquli drenaj quyularının optimal parametrlərinin təyin edilməsinə və onların layihələndirilməsini sürətləndirməyə imkan verir.

**İşin aprobeasiyası.** Dissertasiyanın əsas müddəaları respublika və beynəlxalq elmi-praktiki konfranslarda məruzə edilmişdir: The Third International Conference “Problems of Cybernetics and Informatics” (September 6-8, 2010, Baku, Azerbaijan. The Contain of Volume II); “Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных мелиоративных технологий” (Москва – Рязань, 2012); “İnşaat kompleksində riskin qiymətləndirilməsi və təhlükəsizlik problemləri”, Ümummillî lider Heydər Əliyevin 90 illik yubileyinə həsr olunmuş beynəlxalq elmi-praktik konfrans (Bakı, 2013). İşin əsas nəticələri hər il Azərbaycan Hidrotexnika və Meliorasiya Elm-İstehsalat Birliyinin Elmi Şurasının “Meliorasiya” bölməsində müzakirə edilmişdir.

**Dərc edilmiş işlər.** Dissertasiya işi üzrə 25 elmi məqalə, o cümlədən 10 məqalə xarici ölkələrin mətbuatında dərc edilmişdir.

**Dissertasiyanın həcmi və strukturu.** Dissertasiya 292 səhifədən, giriş, 5 fəsil, nəticələr və istifadə olunmuş 424 ədəbiyyatdan ibarətdir. İşə



37 şəkil, 56 cədvəl və 1 əlavə daxil edilmişdir.

## İŞİN MƏZMUNU

### I FƏSİL. ETİBARLILIQ NƏZƏRİYYƏSİ VƏ ONUN İNKİŞAFI

Bu fəsildə etibarlılıq anlayışı, onun bir nəzəriyyə kimi formalaşma və inkişaf mərhələləri; etibarlılıq nəzəriyyəsinin predmeti, fiziki və riyazi mahiyyəti; etibarlılıq nəzəriyyəsinin ehtimal nəzəriyyəsi, riyazi statistika və riyazi məntiq elmləri ilə qarşılıqlı əlaqəsi; etibarlılığın kriteriyaları və onların təyin edilmə metodları; etibarlılıq nəzəriyyəsinin tətbiq sahələri və onların müasir vəziyyəti müfəssəl şəhr edilmişdir. Həmçinin bu fəsildə etibarlılığın yeni bir elmi istiqamət kimi yaranma zərurəti göstərilmişdir.

Etibarlılıq nəzəriyyəsi – kütləvi xidmət, stoxastik proqramlaşdırma, atəş, dəniz dalğaları, meteorologiya, müşahidənin xətalari, informasiya, radiotexnika, rabitə və s. nəzəriyyələr kimi son illərdə yaranan elmi istiqamətlərdən biridir və keçən əsrin əvvəllərindən formalaşmağa başlamışdır. Xüsusən 1945-1953-cü illərdə baş verən hadisələrdən sonra aydın oldu ki, artıq köhnə metodlarla yeni mürəkkəb sistemlərin qısa müddətdə yaranması və onların üzərinə düşən funksiyaları yüksək ehtimalla yerinə yetirməsini təmin etmək çətinidir. Odur ki, yeni elmi-texniki həllərlə yanaşı etibarlılıq nəzəriyyəsi istifadə günün tələbinə çevrilir. Etibarlılıq nəzəriyyəsi sistem və qurğuların layihələndirilməsində, tikintisində və istismarında maksimum effekt əldə etmək üçün ümumi qanunauyğunluqları öyrənir.

Bu nəzəriyyə A.H. Hacıyev, İ. Bazovski, P. Barlou, Y.K. Belyayev, A.İ. Berq, K. Kapur, B.V. Qnedenko, Q.V. Drujinin, C.B. Qurov, D.K. Lloyd, M. Lipov, L. Lamberson, E.F. Mur, İ.M. Malikov, Şennon, F. Proşan, A.M. Polovko, A.D. Solovyov, Y.M. Sorin, Y.B. Şor, İ.A. Uşakov, B.A. Kozlov və adları çəkilməyən alim və mütəxəssislərin əməyi nəticəsində inkişaf etmiş, dayanıqlı təşəkkül tapmışdır.

Sistem və ya qurğunun etibarlılığı onun müəyyən zaman və istismar şərtləri daxilində üzərinə düşən funksiyaları öz əvvəlki parametrlərini saxlamaq şərti ilə yerinə yetirməsi ehtimalıdır.  $n$  saylı elementdən ibarət sistem və ya qurğunun etibarlılığı ümumi halda bu şərti ödəməlidir:

$$R_n = P \{ \varphi(x_1, x_2, \dots, x_n) = 1 \}, \quad (1)$$

burada  $\varphi(x_1, x_2, \dots, x_n)$  sistemin struktur funksiyasıdır.

Bu ifadə onu göstərir ki, etibarlılıq obyektiv anlayış olub bizim düşüncəmizdən asılı deyil.

İstehsalatın inkişaf tempini təmin etmək üçün elmi axtarışların tempi texnikanın inkişaf tempindən yüksək olmalıdır. İstehsalat təcrübələri və

nəzəri araşdırmalar göstərir ki, texniki sistemin etibarlılığı təkcə onun özündən deyil, həm onunla təmasda olan insanların peşəkarlığından, buraxılan məhsulun əlamətlərindən, istismar prosesindən, hətta cəmiyyətin mədəni səviyyəsindən də asılıdır.

Müəyyən edilmişdir ki, sistem və ya qurğunun etibarlılığını qiymətləndirmək üçün onların işgörmə qabiliyyətinin saxlanması təmin edən əsas kriteriyalar, texniki parametrlər və onların buraxıla bilən sərhədləri, zaman faktoru və istismar şəraiti təyin edilməlidir. Etibarlılıq istismar şəraitindən bilavasitə asılı olmasına baxmayaraq, bəzən bu amil lazımi qədər qiymətləndirilmir. Təhlillər göstərir ki, etibarlılıq dərəcəsi konkret istismar şəraitindən asılı olaraq dəyişir və ona görə etibarlılığın təyini zamanı qurğunun dayanma intensivliyinin orta qiymətini  $1 \div 2000$  arasında dəyişən düzəliş əmsallarına vurmaq lazımdır.

Etibarlılıq nəzəriyyəsinin əsas anlayışlarından biri dayanmadır. Dayanma baş verdikdə obyektin xarakteristikaları buraxıla bilən həddən kənara çıxır. Qurğulara təsir edən yüklərin ani olaraq dəyişməsi onun möhkəmliyindən çox olarsa, bu zaman qəfləti dayanmalar baş verir. Odur ki, qurğunun ehtiyat möhkəmliyi elə hesablanmalıdır ki, istismar prosesində onun dəyişməsinin aşağı həddi ona düşən yükün dəyişməsinin yuxarı həddindən həmişə yüksək olsun.

Mövcud ədəbiyyatlarda etibarlılığı qiymətləndirmək üçün əsas etibarlılıq kriteriyası kimi sistem və qurğuların təyin olunmuş zaman müddətində fasiləsiz işləmə ehtimalı  $P(t)$ -dən istifadə olunur. Etibarlılıq göstəriciləri (xarakteristikaları) etibarlılıq kriteriyalarının kəmiyyət qiymətləridir. Etibarlılıq kriteriyalarının seçilməsi texniki sistemlərin tip və növündən, həmçinin sistem və ya qurğuların bərpaolunan və bərpaolunmayan olmalarından asılıdır.

Təhlillər göstərir ki, texniki sistemlərdə etibarlılıq mənada baş verən proseslər qanunauyğundur və texnikanın tip və növündən asılı deyildir. Bu isə istənilən sistem və ya qurğunun etibarlılığının müvafiq metodlarla öyrənilməsinə imkan verir. Lakin müxtəlif təyinatlı sistem və qurğuların etibarlılığı qiymətləndirilərkən onların iş prinsiplərindən, konstruksiyalarından və istismar şəraitlərindən asılı olaraq xüsusi yanaşma tələb olunur. Hidromeliyativ sistemlərin və hidrotexniki qurğuların etibarlılığının qiymətləndirilməsinə dair metodların işlənməsində C.E. Mirtsxulava, V.S. Altunin, Y.İ. Şkulanov, Q.L. Lobanov, Y.A. Savenkova, V.Z. Bondarenko, A.M. Korenovskiy, V.A. Volosuxin, Y.L. Qalyamin, V.M. Lyatxer, İ.A. Doquşev, P.V. İvanov, L.N. Kartvelişvili, P.İ. Kovalenko, P.A. Mixeyev A.V. Kolqanov, Y.M. Kosiçenko, A.A. Korşikov, İ.İ.

Naumenko, N.İ. Xrisanov, V.N. Şedrin, V.L. Şkura, R.Ə. Səidov, E.H. Şahbazov və başqa alimlərin elmi axtarışlarının rolu böyükdür.

Araşdırmalar göstərir ki, iqtisadiyyatın mühüm sahələrindən biri olan hidromeliorativ və hidrotexniki sistem və qurğuların etibarlılıq məsələləri kifayət qədər öyrənilməmişdir və bu istiqamətdə yeni tədqiqatların aparılmasına ciddi ehtiyac duyulur.

## II FƏSİL. ELEKTRİKLƏ İŞLƏYƏN NASOS STANSİYALARI VƏ ONLARIN ETİBARLILIĞI

Bu fəsildə nasos və nasos stansiyaları, onların təyinatı və konstruksiyalarının təkmilləşdirilməsi; nasos stansiyalarında etibarlılıq şərtləri, ona təsir edən faktorlar və dayanmaların səbəbləri; nasos stansiyalarının istismar etibarlılığının parametrləri; etibarlılığın riyazi modelinin tərtibi metodları; fasiləsiz işləmə zamanının paylanma qanunu və etibarlılıq xarakteristikaları şəhr edilmişdir. Eyni zamanda bu fəsildə iki konkret nasos stansiyalarında aparılan təcrübələrin nəticələri verilmişdir.

Azərbaycanda hidromeliorativ məqsədlər üçün gücü 582 min kvt-dan çox olan 900-dən artıq nasos stansiyası istismar olunur. NS-nın işini təmin etmək üçün ildə 2 milyard kvt-dan çox elektrik enerjisi tələb olunur. Müxtəlif qiymətləndirmələrə görə dünyada istehsal olunan elektrik enerjisinin 20-25 %-i nasos aqreqatlarına sərf olunur. Hətta istehsalatın bir çox sahələrində bu göstərici 50%-dən də artıq olur. Əsasən elektrik enerjisindən səmərəli istifadənin aşağı səviyyədə olması nasos aqreqatlarının xarakteristikalarının düzgün seçilməməsi və eyni zamanda istismarın tələb olunan səviyyədə aparılmamasından əmələ gəlir. Odur ki, nasos stansiyalarının və nasos aqreqatlarının etibarlılığının qiymətləndirilməsi və onların uzun ömürlülüyünün təmin edilməsi müstəsna əhəmiyyət kəsb edir.

Ümumqəbuledilmiş prinsiplərə görə sistem və ya qurğuların etibarlılıq göstəriciləri iqtisadi səmərəlilik nəzərə alınmaqla texniki-iqtisadi əsaslandırma və layihələndirilmə zamanı təyin edilməli və aşağıdakı şərtlərə əməl olunmalıdır:

$$P(t) \geq P_b; E_n K + X \rightarrow \min, \quad (2)$$

burada  $P(t)$  –  $t$  zaman müddətində obyektin fasiləsiz işləmə ehtimalı;  $P_b$  – obyektin buraxıla bilən etibarlılıq səviyyəsi;  $E_n$  – sərmayə qoyuluşunun iqtisadi effektivliyinin normativ əmsalı;  $K$  – baxılan variantda sərmayə qoyuluşu;  $X$  – cəkilən istismar xərcləridir.

Ümumiləşdirmələrə əsasən nasos stansiyalarında etibarlılıq göstəricilərini seçərkən aşağıdakı amillər və prinsiplər nəzərə alınır:

- qurğunun parametrlərinin istismar hədləri;
- nasosların etibarlılıq qrupları;
- nasosların təmir olunan və ya təmir olunmayan qurğular olması;
- nasosların dayanmalarının və texniki cəhətdən istifadəsinin mümkünüzlüyü və ya təhlükəsizlik baxımından istifadəsinin məqsədəuyğun olmaması;
- inamlı ehtimalı qaydalara tabe etmək lazımdır, nasos istehsalında etibarlılıq haqqında məlumatların hazırlanması  $\gamma=0,80$  olan birtərəfli inamlı ehtimalla əsasən aparılır;
- etibarlılıq göstəricilərinin siyahısı seçilməlidir.

İşdə dayanmalar fizikasının etibarlılıq nəzəriyyəsinə rolunu praktik olaraq araşdırmaq üçün nasos aqreqlərində zamanla və istismarla əlaqədar baş verən və qurğunun texniki parametrlərinin dəyişməsinə və nəhayət dayanmasına səbəb ola biləcək fiziki hadisələrdən biri olan “kavitasiya” hadisəsinin fiziki mahiyyəti araşdırılmışdır.

NS-ın fasiləsiz işinin kəmiyyətə qiymətləndirilməsi üçün onun ehtimal xarakterli etibarlılıq göstəriciləri məlum olmalıdır. Bunlara bir sıra birqiymətli və kompleks xarakteristikalar aiddir. NS-da birqiymətli etibarlılıq göstəricilərinə onların fasiləsiz işləmə ehtimalları  $P(t)$  və dayanmalaradək orta işləmə müddətləri  $T_0$  aiddirlər. NS-nın eyni zamanda fasiləsiz işləməsinə və təmirəyararlılığını xarakterizə edən kompleks etibarlılıq göstəricilərinə isə hazırlıma əmsalı  $K_h$  və dayanmalararası işləmə müddətləri  $T$  aiddirlər.

Normativ sənədlərə görə bərpaolunan qurğuların etibarlılığı qiymətləndirilərkən  $K_h$  və  $T_0$ -ın hesablanması tələb olunur. NS-da etibarlılığın riyazi modellərini hazırlamaq və mövcud vəziyyətdə onların etibarlılığını yoxlamaq üçün istifadə edilən metodlar təhlil edilmişdir.

Qeyd etmək lazımdır ki, təmirəarası dövrdə nasoslara şərti olaraq bərpa olunmayan qurğu hesab etmək olar. Ona görə ki, bu qurğularda hazırlıq əmsalı ilə fasiləsiz işləmə ehtimalı anlayışları üst-üstə düşür.

Nasos stansiyasının etibarlılığını qiymətləndirmək üçün üç metoddan - sadələşdirilmiş, tam ehtimal və müxtəlif quruluşlu sxemlərdən istifadəyə baxılmışdır. Sadələşdirilmiş metoda görə  $k$  sayda işçi və  $n$  sayda ehtiyat aqreqlərdən ibarət olan nasos stansiyasında bölünəbilmə ehtiyatı  $m=n/k$ , ehtiyat əvəzedilmə vəziyyətində hazırlıq əmsalı ( $K_h$ ) və dayanmayadək işləmə müddəti ( $T$ ) uyğun olaraq aşağıdakı düsturlarla təyin olunur:

$$P_b = K_h = \frac{r \cdot \mu}{r \cdot \mu + [J / (m + 1)]}, \quad J = \sum_{i=1}^k \lambda_i, \quad (3)$$

$$T = T_0(m + 1), \quad (4)$$

burada  $r$  – təmir briqadalarının sayıdır və çox vaxt  $r = 1$  götürülür;  $\mu$  – nasos aqreqatının bərpaolunma intensivliyi;  $\lambda_i$  – nasos aqreqatlarının dayanma intensivliyi;  $T_0$  – nasos aqreqatının dayanmayadək orta işləmə müddətidir,  $T_0 = 1/\lambda_i$  saat.

Tam ehtimal metodunda  $k$  sayda işçi,  $n$  sayda ehtiyat və eyni tip aqreqatlardan ibarət olan nasos stansiyası üçün müxtəlif saz vəziyyətlərdə olma ehtimallarının sayı  $(n+1)$ -ə bərabər qəbul edilir və ümumi halda hazırlıq əmsalı aşağıdakı ifadə ilə təyin edilir:

$$K_{h(k+n)} = \sum_i^{k+n} C_{k+n}^i \cdot K_h^i \cdot (1 - K_h)^{(k+n)-i} \quad (5)$$

burada  $i$  – nasos stansiyada dayanma vəziyyəti yaratmayan sazaqreqatların sayıdır,

$$C_{k+n}^i = \frac{(k+n)!}{(k+n-i)! \cdot i!}, \quad C_{k+n}^{k+n} = 1 \quad (6)$$

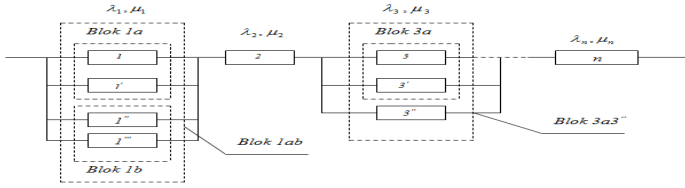
Eyni mənalı və müxtəlif quruluşlu sxemlər metodu mürəkkəb sistemləri ayrı-ayrı hissələrə bölməklə onun sadələşdirilməsinə əsaslanır. Ayrı-ayrı hissələr elə seçilir ki, hər bir hissəni təşkil edən elementlər bir formada - ya ardıcıl, ya da paralel birləşmiş olsunlar (şək. 1, 2)

Paralel birləşmədə ancaq iki element olmalıdır, yəni blok 1a-da 1 və 1'; blok 1b-də 1'' və 1'''; blok 1ab-də 1a və 1b və s. Bu zaman blokların hazırlıq əmsalları və ya fəsiləsiz işləmə ehtimalları sadə sistemlər üçün olan düstura əsasən hesablanı bilər:

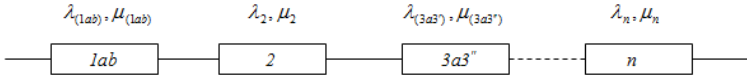
$$K_h = K_{h(i)} + K_{h(i+1)} - K_{h(i)} \cdot K_{h(i+1)} \quad (7)$$

Sadələşdirildikdən sonra məntiqi-struktur sxemdə olan elementlər ancaq ardıcıl birləşdiklərindən (şək.2) bütün sistem üçün hazırlıq əmsalı aşağıdakı formula ilə hesablanır:

$$K_{h(st)} = 1 / 1 + \sum [1 / (K_{h(bl)}) - 1] \quad (8)$$



Şək. 1. Texniki sistemin məntiqi-struktur sxemi



Şək. 2. Texniki sistemin dəyişdirilmiş məntiqi-struktur sxemi

Beləliklə, təhlil və araşdırmalardan sonra mövcud nasos stansiyalarının etibarlılığı Salyan rayonunun ərazisində Şimali Akuşa kollektoru üzərində yerləşən “Birləşmiş” nasos stansiyasında və Şimal kollektoru SK–5 üzərində istismar olunan “Yeni Muğan” nasos stansiyasında istismar zamanı əldə edilmiş faktiki məlumatlar əsasında öyrənilmişdir.

Nasos aqreqatlarının əsas hissələrinin planlı təmir müddətləri arasında fasiləsiz işləmə zamanlarının paylanması Veybull-Qnedenko, normal və loqarifmik normal paylanma qanunları əsasında öyrənilmişdir. Müəyyən zaman müddətində qurğuların fasiləsiz işləmə ehtimalları bu paylanma qanunlarına uyğun olaraq aşağıdakı konkret asılılıqlarla təyin olunur:

$$P(t) = \exp[-(t/a)^b]; \quad (9)$$

$$P(t) = F_0 [(T_{or} - t) / \sigma]; \quad (10)$$

$$P(t) = 1 - F_0 [(\ln t - \ln T_{or} + 0,5\sigma_1^2 / \sigma_1)]; \quad (11)$$

burada  $a, b$  – Veybull-Qnedenko paylanmasının parametrləri;  $F_0(Z)$  – normal paylanma funksiyası; normal paylanma qanunu üçün  $Z=(T_{or}-t)/\sigma$ , loqarifmik normal qanun üçün isə  $Z=(\ln t - \ln T_0 + 0,5\sigma_1^2 / \sigma_1)$ ;  $T_{or}$  – dayanmayadək və ya dayanmalar arası işləmə zamanının riyazi gözləməsi;  $\sigma$  – işləmə zamanının orta kvadratik meyli;  $\sigma_1$  – loqarifmik-normal paylanmanın parametridir.

Şimali Akuşa kollektorunun xidmət etdiyi sahə 9 min hektar olduğundan onun üzərində quraşdırılmış “Birləşmiş” nasos stansiyası  $V$

qrupa aid edilmiş və standartlara görə  $P_b = 0,85$  təşkil etməlidir. Xüsusi hallarda nasos stansiyalarında tələbata uyğun əsas nasosların sayı ( $N$ ) aşağıdakı metodla təyin edilir:

$$N=(N_1+N_2)/2; N_1 = \frac{Q_{\max}}{Q_{\min}} + 1; N_2 = \frac{Q_{\max}}{\Delta Q}; \quad (12)$$

$$\overline{\Delta Q} = \frac{1}{n} \sum |\varrho_i - \varrho_{i+1}| \quad (13)$$

burada  $N_1, N_2$  – əsas nasosların sayı,  $Q_{\max}, Q_{\min}$  – kollektorun uyğun olaraq maksimum və minimum sərfi;  $Q_i, Q_{i+1}$  – kollektorun aylar üzrə sərfi;  $\overline{\Delta Q}$  – orta illik artım;  $n$  – kollektorun sərfinin dəyişmələri sayıdır.

Nasosların tipini təyin edərkən, avadanlıqların müxtəlifliyi imkan verir ki, onlar istismarı daha asan, iqtisadi cəhətdən əlverişli, az enerji tələb edən avadanlıqlardan seçilsin.

Əgər ən çox suyun vurulması tələb olunan dövrdə nasos stansiyasında ehtiyat nasos quraşdırılmamışdırsa, onda bütün nasos aqreqləri işləməlidir. Bu zaman nasos stansiyasının maksimum su vurma ehtimalı aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$P_{nst}(t) = \prod_{i=1}^N P_i(t) \quad (14)$$

burada  $N$  – nasos aqreqlərinin sayı;  $P_i(t)$  – maksimum suyun nasoslar vasitəsilə vurulması tələb olunan dövrün sonu üçün  $i$  nömrəli nasos aqreqlərinin fasiləsiz işləmə ehtimalıdır.

Ehtiyat nasos aqreqləri olan hal üçün isə bu ifadədən istifadə olunur:

$$P_{nst} = \sum_{i=0}^{N-n} C_N^i (1 - P_0)^i P_0^{N-i} \quad (15)$$

burada  $n$  – verilmiş zaman müddətində tələb olunan suyu vuran nasos aqreqlərinin sayı;  $N$  – bütün nasos aqreqlərinin sayı;  $P_0$  – verilmiş  $t$  zaman müddətində nasos aqreqlərinin fasiləsiz işləmə ehtimalıdır.

Əgər nasos stansiyasında bir ədəd ehtiyat nasos quraşdırılırsa, onda fasiləsiz işləmə ehtimalı aşağıdakı ifadə ilə hesablanır:

$$P_{nst} = P_0^N + NP_0^{N-1}(1 - P_0) \quad (16)$$

Eyni ehtibarlılığa malik olan nasos aqreqləri, təqribən işləmə müddətləri eyni olan hal üçün  $N$  saylı aqreqlərdən  $n$  saylı aqreqlərin



dayanma ehtimalı isə bu ifadə ilə təyin edilir:

$$P_{n,N} = C_N^n P_0^{N-n} (1 - P_0)^n, \quad (17)$$

burada  $C_N^n$  –  $N$  elementli çoxluğun  $n$  elementli alt çoxluqlarının sayını göstərir və “kombinezon  $N$  elementdən  $n$  kimi” oxunur və  $C_N^n = \frac{N!}{(N-n)! \cdot n!}$  kimi hesablanır;  $C_N^0 = C_N^N = 1$ ,  $C_N^n = C_N^{N-n}$ ,  $C_N^1 = N$

xassələri doğrudur;  $P_0 - t$  zamanında aqreqatın dayanma ehtimalıdır.

Əgər nasos aqreqatlarının işləmə müddətləri müxtəlif olarsa,  $t$  zaman müddətində bir aqreqatın dayanma ehtimalı aşağıdakı kimi hesablanır:

$$P_{1,N} \approx 1 - P_{nst}(t) \quad (18)$$

Şimali Akuşa kollektorunun orta aylıq sərfinə və normativ sənədlərə əsasən yuxarıda təsvir edilən metodika ilə stansiyada tələb olunan nasosların sayı və stansiyanın fasiləsiz işləmə ehtimalı təyin edilmişdir.

Müəyyən edilmişdir ki, nasos stansiyasında 5 ədəd 24 NDN, 1 ədəd 16 NDN markalı nasos aqreqatı tələb olunur və onlardan biri ehtiyat nasosu kimi istifadə oluna bilər. Bu halda nasos stansiyasının fasiləsiz işləmə ehtimalı faktiki olaraq  $P(t)=0,989$  təşkil edir və qəbul edilmiş normaları tam ödəyir.

Halbuki həmin nasos stansiyasında 11 ədəd, o cümlədən 3 ədəd 16 NDN və 8 ədəd 24 NDN markalı nasos aqreqatları istifadə olunur. Şimal kollektoru SK–5 üzərində yerləşən “Yeni Muğan” nasos stansiyasının fasiləsiz işləmə zamanlarının paylanma qanunu müəyyən edilmiş və etibarlılıq göstəriciləri təyin olunmuşdur. Nasos stansiyanın etibarlılığı normativ sənədlərə əsaslanaraq 2 variantda hesablanmış və hər iki variantda fasiləsiz işləmə ehtimalı  $P(t)$  tələb olunan  $P_b$ -dən artıq olmuşdur. Fasiləsiz işləmə ehtimalı buraxıla bilən həddən yüksək olan hallarda nasos stansiyasının istismar xərclərinin ən az olan variantı qəbul edilir.

Dissertasiyada həmçinin NDN nasos aqreqatının fasiləsiz işləmə zamanının paylanma qanunu və etibarlılıq xarakteristikaları öyrənilmişdir. Salyan rayonunda yerləşən “Şimal–2” nasos stansiyasına aid olan 16 NDN tipli nasos aqreqatının il ərzində işi tədqiq edilmişdir. Nəticədə dayanmalar arasında olan saz işləmə müddətləri, boş dayanma halları və bu dayanmalara səbəb olan amillər müəyyən edilmişdir.

Təcrübə məlumatlarına əsasən dayanmalar zamanının saatlarla ifadə olunan variasiya sırası tərtib edilmiş və nasos aqreqatının fasiləsiz işləmə

zamanının paylanma qanununu müəyyən etmək məqsədi ilə faktiki məlumatlar eksponensial və natamam normal paylanma qanununa uyğun koordinat torunda yerləşdirilmişdir.

Qrafiki üsulla müəyyən edilmişdir ki, *NDN* nasosunun işləmə zamanının paylanma qanunu natamam normal paylanma qanununa uyğun gəlir. Odur ki, ehtimal və riyazi statistika nəzəriyyələrindən istifadə edərək *NDN* nasosunun etibarlılığı təyin edilmişdir.

Dayanmalar arası orta işləmə müddəti ( $\bar{T}$ ) və fasiləsiz işləmə zamanının orta kvadratik meyli ( $\bar{\sigma}$ ) aşağıdakı düsturlarla hesablanmışdır:

$$\bar{T} = \left( \sum_{i=1}^n t_i \right) / n ; \quad (19)$$

$$\bar{\sigma} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (t_i - \bar{T})^2} \quad (20)$$

İşləmə müddətlərinin aşağı və yuxarı sərhədləri

$$T_a = \bar{T} - t_{\alpha(n-1)} \bar{\sigma} / \sqrt{n} , \quad (21)$$

$$T_y = \bar{T} + t_{\sigma(n-1)} \bar{\sigma} / \sqrt{n} \quad (22)$$

düsturları ilə təyin edilmişdir. Burada  $t_{\alpha(n-1)}$  –  $\alpha$  ehtimalı üçün Student paylanmasının kvantili  $(n-1)$  – dayanmaların sayına və  $\alpha$  ehtimal səviyyəsinə görə xüsusi cədvələ əsasən tapılır.  $\alpha$ -nın aşağı və yuxarı sərhədləri isə aşağıdakı ifadədən və cədvəldən istifadə edilərək hesablanır.

(22) düsturunda  $\chi_{(1-\beta/2)(n-1)}^2$  və  $\chi_{(\beta/2)(n-1)}^2$  uyğun olaraq  $p=1-\beta/2$ ,  $p=\beta/2$  ehtimallarına uyğun olan “Xi-kvadrat” paylanmasının kvantilidir.

$$\frac{(n-1)\bar{\sigma}^2}{\chi_{(1-\beta/2)(n-1)}^2} \leq \sigma^2 \leq \frac{(n-1)\bar{\sigma}^2}{\chi_{(\beta/2)(n-1)}^2} \quad (23)$$

Statistik məlumatlara söykənən konkret ehtimal modeli bu şəkildə tərtib edilmişdir:

$$\bar{P}(t) = 1 - \left( \Phi_0 \left( \frac{t - \bar{T}}{\bar{\sigma}} \right) + \Phi_0 \left( \frac{\bar{T}}{\bar{\sigma}} \right) \right) \quad (24)$$

Beləliklə, təsvir edilən metodika əsasında *NDN* tipli nasosların etibarlılığının  $P(50)=0,828$  olduğu müəyyən edilmişdir.

Salyan rayonunda meliorasiya məqsədləri üçün 40 ildən artıq müddət ərzində istismar olunan *NDN* tipli nasos aqreqatının fasiləsiz işləmə

zamanının paylanma qanununun və etibarlılıq xarakteristikalarının təyini əsasında müəyyən olunmuşdur ki, *NDN* markalı nasos aqreqatı yüksək texniki göstəricilərə malik olan ən əlverişli qurğulardan biridir.

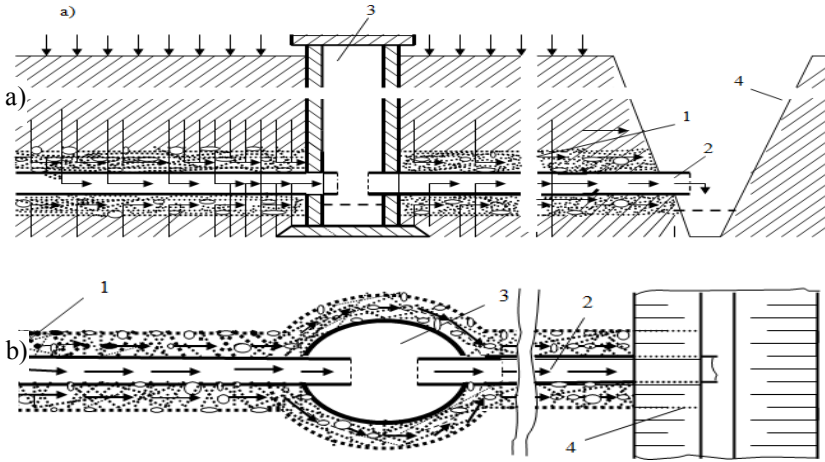
### **III FƏSİL. KOLLEKTOR-DRENAJ ŞƏBƏKƏLƏRİNİN ETİBARLILIĞI**

Bu fəsildə izafi nəmlik və torpaqların şorlaşması ilə mübarizə aparmaq üçün istifadə olunan drenaj sistemləri və onların təkmilləşdirilmə mərhələləri haqqında icmal; drenajın effektivliyinin təmini baxımından onun etibarlılığı məsələləri; drenaj sistemlərinin etibarlılığının müəyyən edilməsi üçün tələb olunan etibarlılıq modelinin tərtibi; yeni istifadəyə verilən və uzun müddət istismar edilən kollektor-drenaj şəbəkələrinin faktiki etibarlılığının müəyyən edilməsi məsələləri öz əksini tapmışdır.

Ədəbiyyat, fond və layihə materiallarının təhlili və sistemləşdirilməsi nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, drenaj sistemlərinin etibarlılığına layihələndirmə, tikinti və istismar zamanı nail olmaq lazımdır. Faktiki məlumatlar əsasında müəyyən edilmişdir ki, drenaj sisteminin etibarlılığı onu təşkil edən ayrı-ayrı elementlərdə baş verən zədələnmələr, nasazlıqlar və dayanmalar hesabına formalaşır. İşdə drenaj sistemlərində ümumən baş verən zədələnmələr və onları yaradan səbəblər sistemləşdirilmiş, həmçinin istismar zamanı baş verən nasazlıqlar və onların elementlər üzrə paylanma dərəcələri müfəssəl şəhr edilmişdir.

Drenaj sistemlərinin etibarlılığının təyin edilməsi məsələsində müxtəlif yanaşmaların olduğu müəyyən edilmişdir. Alimlər drenajın etibarlılığının təyin edilməsində bu və ya digər faktorların əsas götürülməsini irəli sürmüşlər. V.A.Duxovniy drenajın etibarlı olmasını, layihə parametrlərinə uyğunluğunun təyin edilməsi məsələsində basqısız rejimdə suyun torpağa hopma sürətini, N.İ. Xrisanov və V.A.Kamburov drenaj modulunu, V.V.Xeqay – torpağın şorlaşma dərəcəsini əsas faktor kimi götürülməsi fikrini irəli sürmüşlər. Dissertasiya işində bu fikirlərin çatışmayan cəhətləri izah olunmuş və onların drenajın etibarlılıq anlayışını və fiziki prosesləri tam əhatə etmədiyi göstərilmişdir.

Drenajın iş prinsipinin təhlili göstərir ki, onun etibarlılığının yüksəldilməsinə, fiziki proseslərə əsasən konstruktiv təkmilləşdirmə yolu ilə nail olmaq mümkündür. Bu məqsədlə drenaja suyun daxil olma və nəql edilmə prinsiplərinə söykənərək örtülü drenajın mövcud konstruksiyası təkmilləşdirilmişdir (şək. 3).



Şək.3. Örtülü horizontal drenajın uzununa kəsiyi (a) və planı (b): 1 – qum-çınqıl süzgəc; 2 – drenaj borusu; 3 – baxış quyusu; 4 – suyuqıcı və ya kollektor

Təklif edilən drenaj ona daxil olan suyu həm drenaj boruları, həm də qum-çınqıl süzgəclə nəql etmək qabiliyyətinə malikdir və qəza hallarında drenaj xəttinin (borularının) deformasiyası, tutulması, sürüşməsi və ya yerdəyişməsi zamanında da sistemin fəaliyyəti dayanmır.

Torpaq-qrunt sistemində süzülmə prosesi aşağıdakı tənliklə ifadə olunur:

$$\sigma \cdot \frac{\partial h}{\partial t} = \frac{k}{2} \left( \frac{\partial^2 h^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h^2}{\partial y^2} \right) - \frac{k_0}{M_0} (h - H) + W \quad (25)$$

Tənliyin həllini qüvvət funksiyası şəklində axtarıq:

$$h(x, y, t) = h_0(t) + \sum_{k=1}^{\infty} \varepsilon^k \cdot h_k(x, y, t) \quad (26)$$

$$W(x, y, t) = W_0(t) + \sum_{k=1}^{\infty} \varepsilon^k \cdot W_k(x, y, t) \quad (27)$$

$$\sigma \frac{\partial h_0(t)}{\partial t} + \frac{k_0}{M_0} \cdot h_0(t) = W_0 \quad (28)$$

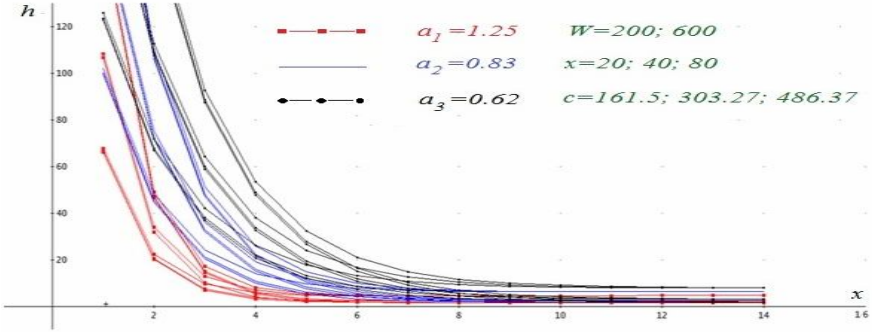
$$\sigma \frac{\partial h_1}{\partial t} = k \cdot h_0(t) \cdot \Delta h_1 - \frac{k_0}{M_0} \cdot h_1 - W_1 \quad (29)$$

$$h_0(t) = C_0 \cdot e^{-at} + \frac{1}{\sigma} \cdot \int_0^t W_0(\tau) \cdot e^{-a(t-\tau)} d\tau \quad (30)$$

$$h_1(x, y, t) = \frac{h_0}{\pi} \int_0^x \int_0^y Ei(-u_1^2) - Ei(-u_2^2) dx_1 dy_1 \quad (31)$$

Səviyyə dəyişməsinin yekun ifadəsi olaraq yazıla bilər:

$$h(x, y, t) = h_0(t) + \varepsilon \cdot h_1(x, y, t) + \dots \quad (32)$$



Şək.2. Örtülü horizontal drenaj fonunda qrunut suyu səviyyəsinin ( $h(x,t)$ ) düşmə əyriləri.

Drenajın ötürdüyü su miqdarını ölçməklə və ya təqdim olunmuş qrafikləri analiz etməklə görürük ki, səviyyənin enmə sürəti  $t > 6$  olduqda sabitləşir. Bu fenomenin izahı drenajın gücünün dəyişmədiyi halda, su ötürmənin artması, yəni drenaj ətrafı süzgəc qatının borudan kənar dairəvi oblast boyu suyığıcıya və ya kollektora ötürdüyünü təsdiq edir.

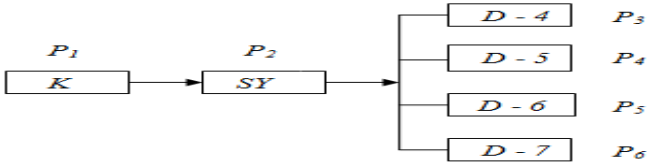
Aparılan müşahidələr və tədqiqat işləri əsasında müəyyən edilmişdir ki, həm yeni istifadəyə verilmiş, həm də uzun müddət ərzində istismar olunan mövcud kollektor-drenaj şəbəkələri fonunda suvarılan torpaqlarda şorlaşma prosesi baş verir. Odur ki, gələcəkdə yarana bilən neqativ proseslərin aradan qaldırılması məqsədi ilə hər iki sistemin etibarlılığının aşkar edilməsi məsələlərinə baxılmışdır.

Kollektor-drenaj şəbəkələrinin etibarlılığını müəyyən etmək üçün iki hesablaşma metodundan istifadə edilmişdir. Hər bir metodun tətbiqi üçün etibarlılıq üzrə elementlərin yerləşmə blok-sxemləri tərtib edilmiş, etibarlılığın təyini üçün riyazi model hazırlanmış və modelə daxil olan əsas faktorlar seçilmişdir.

Mövcud kollektor-drenaj şəbəkələrinin etibarlılığını təyin etmək üçün iki obyekt seçilmişdir. Birinci obyekt Yevlax rayonunun keçmiş 8 saylı sovxozu ərazisində, ikinci obyekt isə Salyan düzündəki Mərkəzi kollektorun və açıq suyığıcı AC-2-nin təsir zonasında yerləşir. Etibarlılıq

təyin edilərkən Azərbaycan Elmi-Tədqiqat Hidrotexnika və Meliorasiya İnstitutunun “Drenay” laboratoriyasının əməkdaşlarının 1968-1970-ci illərdə drenaj sərfi üzərində apardıqları təcrübə materiallarından, “Azdövşütəslayihə” İnstitutunun tərtib etdiyi layihə məlumatlarından və tərəfimizdən səviyyələrin dəyişməsi üzərində aparılmış müşahidələrin nəticələrindən istifadə olunmuşdur.

Yevlax rayonu ərazisində yerləşən təcrübə sahəsində dörd örtülü drenaj, suyığıcı və kollektorun qarşılıqlı əlaqəsi və yerləşmə vəziyyətinə əsasən elementlərin etibarlılıq üzrə blok-sxemi tərtib edilmişdir (şək. 4).



Şək.4. Etibarlılıq üzrə elementlərin yerləşmə blok-sxemi

Blok-sxemə əsasən etibarlılığın ümumi modeli aşağıdakı şəkildə tərtib edilmişdir:

$$P = \prod_{k=1}^m P_k \left[ 1 - \prod_{i=1}^n (1 - P_i) \right], \quad (33)$$

burada  $m$  – əsas elementlərin sayı;  $P_k$  – əsas elementlərin etibarlılığı;  $n$  – ikinci dərəcəli elementlərin sayı;  $P_i$  – ikinci dərəcəli elementlərin etibarlılığıdır.

Eyni dərəcəli elementlərin etibarlılığını təyin etmək üçün ehtimal inteqralından istifadə olunmuşdur:

$$P_{k,i} = \Phi(t_{\max}) - \Phi(t_{\min}); \quad t_{\min} = \frac{q_{\min} - q_o}{\sigma}, \quad t_{\max} = \frac{q_{\max} - q_o}{\sigma}; \quad (34)$$

burada  $q_{\min}, q_{\max}, q_o$  – seçilmiş sırada drenaj sərfinin aşağı, yuxarı və orta həddləri;  $\sigma$  – orta kvadratik meylidir.

Faktiki məlumatlar əsasında ilkin drenlərin suyığıcı və kollektorun orta hesabı sərfələri və orta kvadratik meyl aşağıdakı düsturlarla təyin edilmişdir:

$$q_o = \sum_{i=1}^n q_i / n; \quad (35)$$

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n (q_i - q_0)^2 / (n-1)}, \quad (36)$$

burada  $q_i$  – aylar üzrə orta sərf;  $n$  – ayların sayıdır.

Ayrı-ayrı elementlərin etibarlılığına əsasən şəbəkənin etibarlılığı ümumi hal üçün tərtib edilmiş (24) riyazi modelinin açılmış şəkli ilə təyin edilmişdir:

$$P_{k,q} = P_1 \cdot P_2 \cdot [1 - (1 - P_3) \cdot (1 - P_4) \cdot (1 - P_5) \cdot (1 - P_6)] \quad (37)$$

Yekun statistik məlumatlar və elementlərin etibarlılıq ehtimalı cədv.1-də verilmişdir.

Ayrı-ayrı elementlərin etibarlılığı və (28) ifadəsinin köməyi ilə kollektor-drenaj şəbəkəsinin etibarlılığının  $P=0,82$  təşkil etdiyi müəyyən edilmişdir. Qəbul edilmiş standartlara və etibarlılıq nəzəriyyəsinə görə yeni istismara verilən obyektin fasiləsiz işləmə ehtimalı 0,90-dan aşağı olmamalıdır.

Obyekt yeni istismara verildiyindən onun etibarlılığının istismarla əlaqəli olması istisna olunur.

Təhlillər göstərir ki, keçən əsrin 70-80-cı illərində tikilmiş kollektor drenaj şəbəkələrinin layihələndirilməsi, tikintisi və istismarı zamanı səhvlərə yol verilmişdir. Məsələn, şəbəkəyə daxil olan ilkin drenlərin konstruktiv parametrləri, şəbəkəyə düşən yüklər, drenlər arası məsafələr, süzmə əmsalı, qidalanma intensivliyi və s. parametrlər dəqiq müəyyən-ləşdirilməmişdir. Odur ki, KDS-nin aşağı etibarlılığa malik olma səbəbləri araşdırılmışdır.

Cədvəl 1

Elementlərin etibarlılıq ehtimalı və statistik məlumatlar

№	Elementlər	Göstərici-lərin orta qiyməti, $q_2$	Orta kvadratik meyl, $\sigma$	Göstəricilərin həddi		Ehtimal inteqralının arqumenti		Elementlə-rin etibarlılıq ehtimalı, $P_t$
				aşağı $q_{min}$	yuxarı $q_{max}$	$t_{min}$	$t_{min}$	
1	Kollektor	0,64	0,19	0,31	0,98	1,79	-2,75	0,93
2	Suyıqıcı	0,48	0,12	0,31	0,71	1,92	-1,42	0,89
3	D – 4	0,14	0,03	0,12	0,21	2,35	-0,67	0,74
4	D – 5	0,09	0,02	0,07	0,15	3,0	-1,0	0,84
5	D – 6	0,08	0,03	0,05	0,14	2,0	-1,0	0,82
6	D – 7	0,16	0,06	0,06	0,29	2,17	-1,67	0,93

KDŞ-nin layihələndirilməsində həyata keçirilən işlər içərisində drenlərarası məsafənin düzgün təyin edilməsi müstəsna əhəmiyyət kəsb edir. Odur ki, drenlərarası məsafəyə əsasən izafi suların ərazidən drenlərlə xaric edilmə ehtimalı müəyyən edilmişdir.

Drenlərarası məsafənin təyin edilməsində əsas parametr drenayın orta qidalanma intensivliyidir. Bu parametr drenajın xidmət etdiyi sahənin su balansını tənzimləyən tapılır. Su balansına aridlik həddi əlavə edilməklə orta qidalanma intensivliyi hesablanmışdır.

Konkret sxem halında drenlərarası məsafəni təyin etmək üçün A.N.Kostyakovun (S.F. Averyanov tərəfindən şəkli dəyişdirilmiş) təklif etdiyi formuladan istifadə edilmişdir:

$$B = \sqrt{\frac{2\pi khT}{q}} \cdot \sqrt{\frac{h}{T} + \frac{1 + 0,8 \cdot \ln(B/2T)}{\ln(B/d) - 1}}; \quad (38)$$

$$q = \frac{2\pi kTh \{h \cdot [\ln(B/d) - 1] + T [1 + 0,8 \ln(B/2T)]\}}{B^2 \cdot T [\ln(B/d) - 1]}, \quad (39)$$

burada  $k$  – süzülmə əmsalı,  $h$  – orta basqı,  $T$  – drenaj xəttindən su keçirməyən təbəqəyədək olan məsafə,  $d$  – drenaj borusunun diametridir.  $q$  funksiyasına daxil olan kəmiyyətlər ( $\pi$  istisna olmaqla) dəyişən olduğundan məsələni həll etmək üçün funksiyanın (ona daxil olan parametrlərin nominal və orta qiymətləri ətrafında) Teylor sırasına ayrılmış kəmiyyətlərin azlığına görə sıranın birinci tərtib üzvləri ilə kifayətlənilmişdir:

$$\Delta q = \frac{\partial q}{\partial k} \Delta k + \frac{\partial q}{\partial h} \Delta h + \frac{\partial q}{\partial B} \Delta B + \frac{\partial q}{\partial d} \Delta d; \quad (40)$$

Layihə məlumatlarına görə  $\frac{\partial q}{\partial h}$ ;  $\frac{\partial q}{\partial d}$ ;  $\frac{\partial q}{\partial B}$ ;  $\frac{\partial q}{\partial k}$  -nin qiymətlərini taparaq qidalanma intensivliyinin orta kvadratik meyli təyin edilmişdir:

$$\sigma_{q_h} = \sqrt{\left(\frac{\partial q}{\partial h}\right)^2 \sigma_h^2 + \left(\frac{\partial q}{\partial d}\right)^2 \sigma_d^2 + \left(\frac{\partial q}{\partial B}\right)^2 \sigma_B^2 + \left(\frac{\partial q}{\partial k}\right)^2 \sigma_k^2}, \quad (41)$$

burada  $\sigma_h^2$ ,  $\sigma_d^2$ ,  $\sigma_B^2$ ,  $\sigma_k^2$  – uyğun olaraq süzülmə əmsalı  $k$ -nin, drenaj borusunun diametri  $d$ -nin, drenlərarası məsafə  $B$ -nin, orta basqı  $h$ -in dispersiyasıdır. Sahələrdən izafi suların fasiləsiz xaric edilmə ehtimalı aşağıdakı düsturla tapılmışdır:

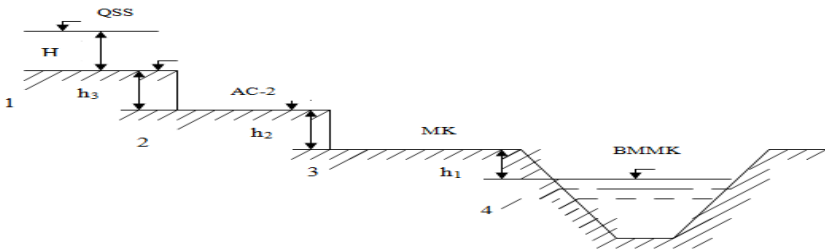


$$P = \Phi \left( \frac{q_l - q_h}{\sqrt{(\sigma_{q_l}^2 + \sigma_{q_s}^2)}} \right) \quad (42)$$

Faktiki məlumatlara görə izafi suların kənar edilmə ehtimalının  $P=0,94$  olduğu müəyyən edilmişdir.

Bu parametrlərə görə normal halda drenlərarası məsafə (29) ifadəsinə görə  $150,4m < B < 156m$  intervalında yerləşir. Layihəyə görə drenlərarası məsafə  $B=200 m$  təşkil edir. Digər parametrlərin dəyişməməsi şərti daxilində orta qidalanma intensivliyi  $q=0,00136 m/gün$  olmalıdır. Bu halda isə drenaj şəbəkəsi tələb olunan müddət ərzində qrun sularının səviyyəsini böhran dərinliyinə endirə bilməz. Bu səbəbdən də əkin sahələrində qrun sularının səviyyəsi yer səthinə qalxır və nəticədə torpaqların şorlaşması, bataqlıqlaşması və s. digər fəsadlar törəyir.

Uzun müddət istismar olunan kollektor-drenaj şəbəkəsinin etibarlılığını təyin etmək üçün tədqiqat obyektini kimi Salyan düzündə fəaliyyət göstərən açıq kollektor-drenaj şəbəkəsi seçilmişdir. Şəbəkə Mərkəzi kollektordan, AC-2 suyuğıcından və ara məsafəsi 200m-dən 800m-ə kimi dəyişən drenlərdən ibarətdir. Mərkəzi kollektor Baş Mil-Muğan kollektoruna (BMMK) tökülür. Mərkəzi kollektorun BMMK ilə, AC-2-nin Mərkəzi kollektor ilə, dərinliyi 3,0÷3,5m olan dren D-11 və D-12-nin suyuğıcı ilə birləşdiyi yerlərdə ölçü reykaları yerləşdirilmiş və səviyyənin dəyişməsi (qalxıb-enməsi) ölçülmüşdür. Şəbəkə elementlərinin birləşmə sxemi şəkil 5-də verilir.

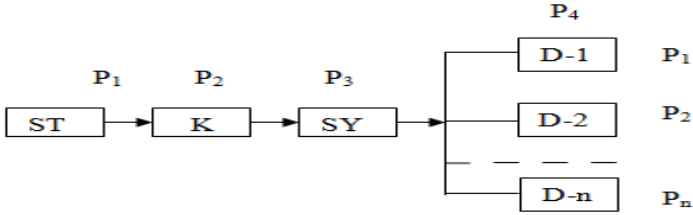


Şək. 5. Kollektor-drenaj şəbəkəsində elementlərin birləşmə sxemi: 1 – ilkin dren; 2 – suyuğıcı; 3 – kollektor; 4 – sututar; H – ilkin drenlərarası məsafədə işçi basqı;  $h_1, h_2, h_3$  – sututarla kollektorun, kollektorla – suyuğıcının, suyuğıcı ilə ilkin drenin çıxışlarındakı su səviyyələri fərqi.

Şəbəkənin birləşmə sxeminə əsasən etibarlılığın blok-sxemi tərtib edilmişdir (şək. 6) və etibarlılığı təyin etmək üçün əsas faktor kimi basqıların (səviyyə fərqlərinin) dəyişməsi qəbul edilmişdir.

Eyni dərəcəli elementlərin etibarlılığını təyin etmək üçün ehtimal inteqralından istifadə olunmuşdur:

$$P_{k,i} = \Phi(t_{\max}) - \Phi(t_{\min}); t_{\max} = \frac{h_{\max} - h_0}{\sigma}; t_{\min} = \frac{h_{\min} - h_0}{\sigma}. \quad (43)$$



Şək.6. Etibarlılıq üzrə elementlərin yerləşmə blok-sxemi

Blok-sxemə və etibarlılığın ümumi modelinə görə kollektor-drenaj şəbəkəsinin etibarlılığı aşağıdakı konkret düsturla hesablanmışdır:

$$P = P_1 \cdot P_2 \cdot P_3 \cdot [1 - (1 - P_4)^2], \quad (44)$$

Faktiki məlumatlar əsasında səviyyələr fərqi və işçi basqının orta qiyməti aşağıdakı düsturla təyin edilmişdir:

$$h_0 = \sum_{i=1}^n h_i / n \quad (45)$$

burada  $h_i$  – şəbəkə elementlərinin işini təmin edən səviyyələr fərqi və ya işçi basqının orta qiyməti (riyazi gözləməsi);  $n$  – sıranın sayıdır.

Orta kvadratik meyl aşağıdakı düsturla hesablanmışdır:

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n [(h_i - h_0) / (n - 1)]} \quad (46)$$

Statistik və faktiki məlumatlara görə şəbəkəyə daxil olan elementlərin hər birinin etibarlılıq ehtimalı və sonda kollektor-drenaj şəbəkəsinin etibarlılığının 0,58 təşkil etdiyi müəyyən edilmişdir (cə. 2).

Normalara görə belə şəbəkələrin etibarlılığı 0,90÷0,95 həddində olmalıdır.

## Kollektor-drenaj şəbəkəsinin statistiki və etibarlılıq göstəriciləri

№	Element	Göstəricilərin orta qiyməti, $h_2$	Orta kvadratik meyl, $\sigma$	Göstəricilərin həddi		Ehtimal inteqralının arqumenti		Elementlərin etibarlılıq ehtimalı $P_i$
				aşağı $q_{min}$	yuxarı $q_{max}$	$t_1$	$t_2$	
1	Sututar	0,53	1,51	-1,35	2,60	-1,42	1,42	0,80
2	Kollektor	0,06	0,16	-0,15	0,30	-1,31	1,50	0,84
3	Suyıqıcı	0,12	0,09	0	0,30	-1,33	2,00	0,88
4	İlkin dren	1,29	0,92	0,22	2,90	-1,22	1,83	0,85

Ərazilərin torpaq və hidroloji şəraitlərinin təhlili göstərir ki, keçən əsrin ortalarında inşa edilmiş kollektor-drenaj şəbəkəsinin layihələndirilməsi, tikintisi və istismarı zamanı səhvlərə yol verilmişdir. Məsələn, şəbəkəyə daxil olan ilkin drenlərin parametrləri, şəbəkəyə düşən yüklər, drenlərarası məsafə və s. dəqiq hesablanmamışdır.

#### IV FƏSİL. SUBARTEZİAN QUYULARININ ETİBARLILIĞI

Dissertasiyanın bu fəslində yeraltı və yerüstü sular, onların ehtiyatları və istifadəsi; artezian və subartezian suları, onların formalaşma xüsusiyyətləri; yeraltı suların hasil edilməsində istifadə olunan dərinlik nasosları, onların etibarlılığının və ona təsir edən faktorların aşkar edilməsi; subartezian quyularında baş verən dayanmalar və onların istismar etibarlılığı; subartezian quyularının etibarlılıq modelinin tərtibi, onların optimal parametrlərinin təyini və kompüter proqramının hazırlanması məsələləri şərh edilmişdir.

Respublikada yerüstü su ehtiyatlarının azlığı və regionlar üzrə qeyri-bərabər paylanması yeraltı su ehtiyatlarından istifadə zərurətini yaradır. Yeraltı sular subartezian və qismən artezian quyularında yerləşdirilmiş dərinlik nasosları vasitəsilə hasil edilib tələbatçıya çatdırılır. Lakin bu və ya digər səbəblərdən quyularda dayanmalar, nasoslarda nasazlıqlar baş verir və nəticədə istismar xərcləri artır.

Azərbaycan Meliorasiya və Su Təsərrüfatı ASC-nin illik texniki hesabat məlumatlarına, ayrı-ayrı tədqiqatçıların əldə etdiyi nəticələrə görə bir il ərzində dərinlik nasoslarının 90%-i cari təmirə dayanır və bir nasosun bərpası üçün 700÷1500 manata kimi vəsait sərf olunur. Ölkədə suvarma məqsədi üçün 7600-dən artıq subartezian quyusu istismar edildiyindən bu xərclərin kifayət qədər böyük olduğu aşkara çıxır.

Subartezian quyularının və dərinlik nasoslarının etibarlılığını və ona

təsir edən faktorları müəyyən etmək üçün tədqiqat obyektini kimi Azərbaycanın müxtəlif hidrogeoloji şəraitlərə malik regionlarında – dağlıq, dağətəyi və düzənlik ərazilərdə yerləşən subartezian quyuları və həmin quyularda istifadə edilən müxtəlif markalı dərinlik nasoslarının işi elmi analizə cəlb edilmişdir.

Bu məqsədlə Azərbaycan Meliorasiya və Su Təsərrüfatı ASC-nin, Azərbaycan Dövlət Statistika Komitəsinin, ədəbiyyat, layihə və ayrı-ayrı tədqiqatçıların məlumat və materiallarından istifadə edilmişdir. Araşdırmalarla müəyyən edilmişdir ki, il ərzində respublikanın səkkiz rayonunda istismar olunan 4794 subartezian quyusundan 4315-i təmirə dayanır.

Quyularda dayanmalar onları təşkil edən hissə və avadanlıqlar (elementlər) üzrə baş verir. Bu dayanmalar üzrə həm quyuların, həm də elementlərin, əsasən nasosun etibarlılığını təyin etmək mümkündür. Faktiki məlumatlar əsasında elementlər üzrə dayanmalar qruplaşdırılmış (cədv. 3) və nasosların fasiləsiz işləmə ehtimalını (etibarlılığı) müəyyən etmək üçün konkret metod seçilmişdir.

Cədvəl 3

Subartezian quyularında elementlər üzrə dayanmalar (surətdə) və dayanma intensivlikləri (məxrəcədə)

Sıra №-si	Rayonların adı	Nasos	Elektrik mühərriki	Quyu daxili	Transformator	Digər avadan.	Cəmi
1.	Ağdam	850/0,16	40/0,006	45/0,007	40/0,006	31/0,005	1006/0,19
2.	Ağcabədi	665/0,12	26/0,004	32/0,005	43/0,007	9/0,002	775/0,14
3.	Bərdə	1015/0,19	48/0,008	–	15/0,002	42/0,007	1120/0,22
4.	Beyləqan	536/0,09	22/0,004	60/0,01	10/0,002	17/0,003	645/0,14
5.	Goranboy	1266/0,25	51/0,008	46/0,007	43/0,007	38/0,006	1444/0,30
6.	Tət-tər	307/0,003	14/0,002	2/0,0004	8/0,001	4/0,001	335/0,001
7.	Şəki	10/0,002	2/0,0004	–	–	–	12/0,002
8.	Şəmkir	689/0,12	41/0,007	188/0,031	12/0,002	54/0,009	984/0,18

Məlum olduğu kimi, dərinlik nasosları iki əsas hissədən – elektrik mühərrikindən və nasosdan ibarətdir ki, onlar birlikdə vahid blok təşkil edir. Dərinlik nasoslarının etibarlılıq blok-sxemində əsas element kimi nasos qəbul edilmiş və etibarlılığı təyin edilmişdir.

Əvvəlcə təsadüfi baş verən dayanmaların paylanma qanunlarının parametrlərini xarakterizə edən dayanma intensivliyi ( $\lambda_e$ ), bütün elementlərin sayı ( $N$ ) və elementlər üzrə baş verən dayanmaların sayına ( $n_i$ ) görə təyin edilmişdir (cədv. 3):

$$\lambda_e = n_i / (N - n_i) \quad (47)$$

Daha sonra nasosların fasiləsiz işləmə ehtimalı

$$P(t) = e^{-\lambda \cdot T} \quad (48)$$

ifadəsi ilə hesablanmışdır. Burada  $T$  – aqreqatın birinci dayanmasına qədər orta işləmə müddətidir (saat).

Təhlillər nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, (38) ifadəsi ilə alınan dayanma intensivliyi baş verən prosesi tam açmır. Odur ki, dayanma intensivliyi aşağıdakı nəzəri ifadə ilə təyin edilmişdir:

$$\lambda = 1/T \quad (49)$$

Müəyyən edilmişdir ki, Şəki rayonunda istismar olunan dərinlik nasoslarının etibarlılığı istisna olmaqla (bu bölgədə nasosların il ərzində işləmə müddətləri 540 saat olmuşdur) respublikanın bütün bölgələrində subartezian quyularında işləyən dərinlik nasoslarının etibarlılığı tələb olunan normadan ( $P_i(t) = 0,90$ ) təqribən 2-4 dəfə azdır və 0,26÷0,60 həddində dəyişir (cəđ. 4).

Cədvəl 4

Regionlar üzrə dərinlik nasoslarının etibarlılığı

Sıra №-si	Regionlar	Orta bərpa müddəti, saat	Ümumi bərpa müddəti, saat	Dayanma-yadək orta işləmə müddəti, saat	Dayanmaların orta gücü	Dayanmaların intensivliyi $\lambda$ , saat <sup>-1</sup>	Fasiləsiz işləmə ehtimalı, $P_i(t)$
1	Ağdam	136	136816	3770	1,42	0,00027	0,56
2	Ağcabədi	131	101525	2888	1,36	0,00035	0,47
3	Bərdə	192	215040	1616	2,23	0,00062	0,26
4	Beyləqan	125	80625	2553	1,30	0,00039	0,43
5	Goranboy	240	346560	4109	2,51	0,00024	0,60
6	Tər-tər	137	45895	3424	1,43	0,00029	0,53
7	Şəki	4	48	13500	0,04	0,00007	0,86
8	Şəmkir	108	106272	2966	1,12	0,00034	0,48
	Cəmi	1073	1032781	3091	11,4	–	–

Dərinlik nasosları istehsal edən zavodların nasoslar üçün qoyduğu zəmanət müddəti 6300 saat, əsaslı təmirə qədər işləmə müddəti 12500 saat və ümumi işləmə resursu 30000 saat olduğu halda faktiki olaraq həmin nasosların orta işləmə müddəti 1616 ÷ 4109 saat təşkil edir.

Materialların təhlili göstərir ki, dərinlik nasoslarının istismar müddətinin respublikanın regionlarında qazılmış quyularda belə az olması

birinci növbədə quyuların qum verməsi, elektrik şəbəkəsində baş verən nasazlıqlar, quyuların debitinin nasosların məhsuldarlığına uyğun gəlməməsi, mühafizə-tənzimləyici avadanlıqların olmaması, istismar qaydalarına əməl edilməməsi və sair səbəblər ilə əlaqədardır.

Quyular ayrıca bir sistem olduğu üçün onun etibarlılığına təkcə dərinlik nasoslarının etibarlılığı deyil, həmçinin onu təşkil edən digər elementlərin işi, dayanmaları və etibarlılığı da təsir edir. Odur ki, müvafiq qabaqlayıcı tədbirlərin işlənilib hazırlanması məqsədi ilə müxtəlif şəraitlərdə istismar olunan subartezian quyularının bir sistem kimi etibarlılığının müəyyən edilməsi elmi-praktiki cəhətdən müstəsna əhəmiyyət kəsb edir. Lakin araşdırmalar göstərir ki, quyuların etibarlılığını təyin etmək üçün hazır və konkret bir metodika yoxdur. Konkret məsələni həll etmək üçün sistemin bərpa olunan sistem olduğuna əsaslanaraq riyazi statistikanın, ehtimal nəzəriyyəsinin imkanlarından istifadə edilmişdir. Tədqiqatlar üç obyektə – dağlıq, dağətəyi və düzənlik ərazilərdə yerləşən subartezian quyuları üzərində aparılmış və bu zonalar üzrə əldə olunan faktiki məlumatlar təhlillərə cəlb edilmişdir. Dağlıq ərazi kimi Şəmkir rayonu, dağətəyi ərazi kimi Ağdam rayonu və düzənlik ərazi kimi Beyləqan rayonu seçilmişdir. Hər üç obyektə ilkin olaraq riyazi-statistik analizin köməyi ilə dayanmaların paylanma qanunları öyrənilmişdir.

Paylanma qanunu hər üç obyektə (Ağdam, Şəmkir və Beyləqan bölgələrində) bərabər addımlı variantlar ardıcılığı və onlara uyğun tezliklər əsasında təyin edilmişdir. Empirik paylanmanın normal paylanma qanununa uyğunluğunu Pirson kriteriyasının köməyi ilə yoxlamaq üçün dayanmaların nəzəri ehtimallarının tapılmasında  $\Phi(Z)$  inteqral funksiyasından istifadə edilmişdir:

$$P_i = \Phi(Z_{i+1}) - \Phi(Z_i), i = 1, 2, \dots, n \quad (50)$$

Dayanmaların tapılmış nəzəri ehtimallara görə nəzəri tezlikləri  $n'_i = N \cdot P$  ifadəsi ilə təyin edilmişdir. Aparılan hesabatın düzgünlüyünü yoxlamaq və  $\chi^2_m$  hesablamak üçün aşağıdakı ifadələrdən istifadə edilmişdir:

$$\chi^2 = \sum \frac{n_i^2}{n'_i} - n; \chi^2_m = \frac{(n_i - n'_i)^2}{n'_i} \quad (51)$$

Hesabatda iki riyazi-statistik metoddan istifadə edilmişdir.

Birinci metodda ümumi ortanın yerini dəyişməyən qiymətləndirməsinin seçmə ortası (riyazi gözləmə) bu düsturla tapılmışdır:

$$x_{or} = \sum x_i n_i / n \quad (52)$$

Ümumi dispersiyanın yerinidəyişməyən qiymətləndirməsi düzəldilmiş seçmə dispersiyası isə aşağıdakı ifadə ilə hesablanmışdır:

$$D = \frac{\sum x_i n_i^2 - \frac{(\sum x_i n_i)^2}{n}}{n - 1} \quad (53)$$

Düsturlarda  $x_i$  – seçmənin variantları;  $n_i$  – ədədləri  $x_i$  variantlarına uyğun tezliklər;  $n = \sum_{i=1}^k n_i$  seçmənin həcmidir.

İkinci metodda hasil üsulundan istifadə edilmişdir.

Seçmə orta

$$X_{or} = M_i \cdot h + C, \quad (54)$$

Seçmə orta kvadratik meyl isə

$$\sigma = \sqrt{[M_2 - M_1^2] \cdot h^2} \quad (55)$$

düsturları ilə təyin edilmişdir.

Düsturlarda  $h$  – addım (iki qonşu variant arasındakı fərkdir);  $C$  – yalan sıfır təqribən variyasiya sırasının ortasında yerləşən variant);  $M_1 = \sum n_i u_i / n$  – birtərtibli şərti moment;  $M_2 = \sum n_i u_i^2 / n$  – ikitərtibli şərti moment;  $n$  – variantların sayı;  $u_i = (x_i - C) / h$  – şərti variantdır.

Təsvir edilən metodika əsasında hər üç obyekt üçün aparılan hesablamalar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, bütün obyektlərdə quyuların dayanma ehtimalı məlum paylanma qanunlarına tabe olmur. Odur ki, normativlərə görə dayanmaların paylanma qanununu “məlum olmayan paylanma qanunu” kimi qəbul etmək lazımdır. Belə hallarda subartezian quyularının fasiləsiz işləmə ehtimalını statistik məlumatlara görə qəbul edilmiş  $P_i(t)$ ,  $P_i(t/2)$  və riyazi gözləməyə ( $X_{or}$ ) əsasən hesablanmış dayanmaların intensivliyinə ( $\lambda=1/X_{or}$ ) görə

$$P(t) = \exp(-\lambda \cdot t) \quad (56)$$

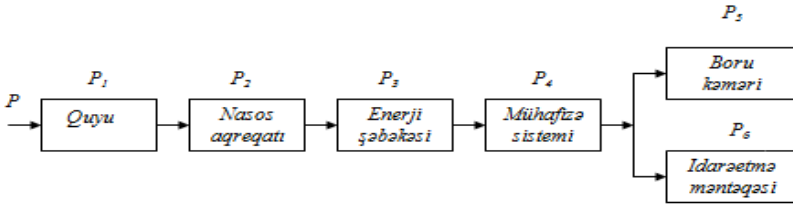
düsturu ilə təyin etmək mümkündür.

Beləliklə, tədqiqatlar əsasında müəyyən edilmişdir ki, respublika ərazisində istismar edilən subartezian quyularının fasiləsiz işləmə ehtimalı

(etibarlılığı)  $0.37 \div 0.63$  arasında tərəddüd edir. Yəni hər üç zonada subartezian quyularının etibarlılığı tələb olunan ( $P \geq 0,90$ ) normadan aşağıdır. Ona görə də mövcud subartezian quyularının istismar etibarlılığının artırılması üzrə müvafiq tədbirlərin işlənməsi və həyata keçirilməsi tələb olunur. Bu halda etibarlılığa təsir edən faktorların yaratdığı fəsadları aradan qaldırmaq və müvafiq tədbirlərin işlənməsi üçün quyunun etibarlılıq modelinin tərtib edilməsi lazım gəlir. Bu məqsədlə subartezian quyularının konstruksiyası, iş prinsipi və işləmə şəraitləri öyrənilmişdir.

Subartezian quyusu, ümumiyyətlə, qarşılıqlı əlaqədə işləyən 6 (altı) sistemdən ibarət olduğundan, etibarlılığın blok-sxemi (şək. 7) və konkret etibarlılıq modeli tərtib edilmişdir:

$$P = P_1 \cdot P_2 \cdot P_3 \cdot P_4 \cdot [1 - (1 - P_5)(1 - P_6)]. \quad (57)$$

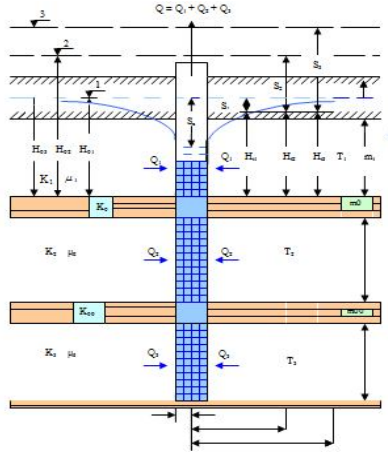


Şək. 7. Subartezian quyularının etibarlılıq blok-sxemi

Subartezian və şaquli drenaj quyularının hesabatında, layihələndirilməsində və proqnozlaşdırma məsələlərində bir sıra çətinliklərin olduğunu nəzərə alaraq və həmçinin məsələlərin həllinə az əmək və vaxt sərf edilməsinə nail olmaq məqsədilə kompüter proqramı işlənməmişdir. Bu məqsədlə təbii şəraitdə daha çox təsadüf edilən üç laylı sistem seçilmişdir (şək. 8).

Kompüter proqramı tərtib edilərkən: 1. Quyuların debitinin (məhsuldarlığın) təyini; 2. Su daşıyıcı laylardan quyuya daxil olan axınların təyini; 3. Quyuların ən optimal debitinə uyğun dərinlik nasoslarının seçilməsi (debit və məhsuldarlığın uyğunluğu); 4. Quyuların qum verməsinin qarşısının alınması; 5. Su daşıyıcı laylarda və quyunun özündə səviyyənin enməsinin proqnozlaşdırılması; 6. Quyuların optimal təsir radiuslarının təyini; 7. Hidrogeoloji parametrlərin təyini; 8. Quyular arasında optimal məsafənin təyini; 9. Quyuların optimal işləmə müddətinin təyini; 10. Hasil edilən suyun keyfiyyətinin öyrənilməsi və s. məsələlərin həlli nəzərdə tutulmuşdur.





Şək.8. Çox (üç) laylı sistemdə quyunun yerləşmə sxemi.

Kompüter programında düz və əks məsələləri həll etmək üçün şərtlər, alqoritm və şərti işarələr işlənilib hazırlanmışdır. Programın tərtibi və ondan istifadə qaydaları dissertasiyada müfəssəl şəhr edilmişdir.

## V FƏSİL. ETİBARLILIQ NƏZƏRİYYƏSİNİN KONKRET OBYEKTLƏRDƏ TƏTBİQİNDƏN YARANAN İQTİSADİ SƏMƏRƏ

İqtisadi səmərəlilik metodiki göstərişlərə və mövcud qiymətlərə görə təyin edilmişdir. Mövcud nasos stansiyalarında istismar xərclərinin, o cümlədən elektrik enerjisinə edilən qənaət və nasosların sayının optimallaşdırılması hesabına əldə olunan iqtisadi səmərə bir nasos stansiyasında – 178816 manat; kollektor-drenaj şəbəkəsinin effektivliyinin artırılması ilə kənd təsərrüfatı bitkilərinin məhsuldarlığının yüksəldilməsi hesabına – 677man/ha, quyuların etibarlılığının yüksəldilməsi, əsasən bir dərinlik nasosunun istismar müddətinin artırılması hesabına əldə edilən iqtisadi səmərə 1925 manat təşkil edir. Nəhəng sistem və qurğuların etibarlılığının artırılması, onların istismar müddətlərinin yüksəldilməsi, optimal saylarının qəbul edilməsi, aşınma və istismar xərclərinin azaldılması hesabına daha çox gəlir əldə edilə bilər.

## NƏTİCƏLƏR

1. Hidromeliorativ sistem və qurğuların etibarlılığını təmin edən amillərin layihələndirmə zamanı nəzərə alınmaması onların vaxtından əvvəl qismən və ya tamamilə sıradan çıxmasına gətirib çıxarır. Bu kimi səbəblər sistem və qurğuların etibarlılığının təmin edilməsi üzrə müvafiq metod və tədbirlərin işlənməsini və həyata keçirilməsini zəruri edir.

2. Respublikada suvarma və meliorasiya məqsədləri üçün keçən əsrin 70-80-cı illərindən tikilib istifadəyə verilmiş nasos stansiyaları fiziki və mənəvi aşınmaya məruz qalmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, bu nasos stansiyalarının etibarlılıq səviyyəsi normativ göstəricilərindən ( $P_b \geq 0,78$ ) aşağıdır və 0,60-0,70 arasında dəyişir. Ona görə də mövcud elektrikli işləyən nasos stansiyalarının etibarlılıq nəzəriyyəsinin tələbləri nəzərə alınmaqla əsaslı bərpaşına, təkmilləşdirilməsinə və yenidən qurulmasına ehtiyac duyulur.

3. Aparılan tədqiqatlar göstərir ki, texniki-iqtisadi əsaslandırma və layihələndirmə zamanı etibarlılıq tələblərinin nəzərə alınmaması nasos stansiyalarının maya dəyərinin və istismar xərclərinin artması ilə bərabər, həm də sistemin effektivliyinin aşağı düşməsinə gətirib çıxarır. Müəyyən edilmişdir ki, hətta istismar olunan nasos stansiyalarının bir qismində nasos aqreqatlarının sayı tələb edilən saydan çoxdur. Etibarlılıq nəzəriyyəsini tətbiq etməklə nasos aqreqatlarının və ümumilikdə nasos stansiyasının fasiləsiz işləmə zamanlarının paylanma qanunu və onların parametrləri müəyyən edilmişdir. Nasos stansiyasının etibarlılıq xarakteristikaları, nasos aqreqatlarının optimal sayı təyin edilmiş və onların təklif edilən sayda nasos aqreqatları vasitəsilə tələb olunan işin icra edilmə mümkünlüyü aşkar edilmişdir.

4. Ədəbiyyat mənbələrinin təhlili göstərir ki, kollektor-drenaj şəbəkəsinin (KDS) etibarlılığını təyin etmək üçün vahid yanaşma və metodika yoxdur. Tədqiqatçıların bir qismi KDS-nin etibarlılığının əsas göstəricisi kimi drenaj modulunu, digər qismi torpağın şorlaşma dərəcəsini, başqa bir qismi isə sərf edilən xərcləri ( iqtisadi göstəriciləri) əsas meyar kimi qəbul etməyi təklif edirlər. Aparılan tədqiqatlar əsasında müəyyən edilmişdir ki, KDS-nin etibarlılığını xarakterizə edən əsas faktor drenlər fonunda formalaşan işçi basqı və şəbəkəni təşkil edən elementlər arasındakı basqılar fərqiədir. Ona görə də KDS-nin etibarlılığının basqı faktoruna görə təyin edilməsi daha məqsədəuyğundur.

5. Kollektor-drenaj şəbəkəsinin fasiləsiz işini təmin etmək məqsədi ilə ilkin drenlərin konstruksiyası təkmilləşdirilmiş, layihələndirmə və proqnoz məsələləri üçün drenaj moduluna, izafi suların torpaqdan xaric edilməsi və işçi basqılara görə etibarlılığı təyin etmək üçün təkmil blok-sxem, riyazi

model və metodika təklif edilmişdir. Nəzəri olaraq drenayın süzgəç qatının qunt sularının səviyyəsinin nizamlanmasında rolu sübut olunmuşdur.

6. Müəyyən edilmişdir ki, istifadəyə verilmiş və uzun müddət ərzində istismar olunan KDS-nin etibarlılığı bütün etibarlılıq meyarlarına görə normativ və standartın tələblərini ödəmir. Bu şəbəkələrin etibarlılıq ehtimalı 0,58-0,82 arasında dəyişir və tələb olunan normalardan 1,20-1,62 dəfə aşağıdır. Mövcud KDS-nin etibarlılığının aşağı olması layihələndirmə, tikinti və istismar zamanı buraxılan xətlərlə əlaqədardır.

7. Müəyyən edilmişdir ki, Azərbaycanın müxtəlif bölgələrində istismar olunan dərinlik nasoslarının etibarlılıq səviyyəsi tələb olunan normalardan 2-4 dəfə az olub  $0,26 \div 0,60$  həddində dəyişir, subartezian quyularının etibarlılıq səviyyəsi isə tələb olunan normaladan ( $P \leq 0,90$ ) 2-3 dəfə aşağı olub  $0,37 \div 0,63$  intervalında tərəddüd edir. Odur ki, mövcud sistem və avadanlıqların etibarlılığının artırılmasına ciddi ehtiyac duyulur.

8. Fəaliyyət göstərən və gələcəkdə layihələndiriləcək subartezian quyularının uzunömürlülüyünü və effektiv işini təmin etmək üçün onların etibarlılıq göstəriciləri əvvəlcədən müəyyən edilməlidir. Bu zaman quyuların etibarlılığına təsir edən faktorların diferensiasiya edilməsi vacib şərtlərdən biridir. Statistik materialların təhlili və nəzəri araşdırmalar göstərir ki, subartezian quyularının etibarlılığı ümumilikdə qarşılıqlı əlaqədə olan altı sistemin etibarlılığından asılıdır. Odur ki, subartezian quyularının etibarlı işini təmin etmək üçün nasos aqreqatının, su quyusunun, enerji şəbəkəsinin, mühafizə, idarəetmə və boru kəməri sistemlərinin etibarlılığını tələb olunan səviyyəyə çatdırmaq lazımdır.

9. Müəyyən edilmişdir ki, subartezian quyularının etibarlılığına təsir edən faktorlar içərisində əsas və aparıcı yeri quyuların qum verməsi, daha sonra elektrik təchizatı şəbəkəsində baş verən kəsilmələr və qəzalar, mühafizə sisteminin olmaması və ya işləməməsi, idarəetmə qaydalarına əməl olunmaması, nizamlayıcı – tənzimləyici qurğuların olmaması və ya aşınıb sıradan çıxması, avtomatlaşdırma və telemexanikləşdirmənin zəif olması və ya heç olmaması tutur.

10. İlk dəfə olaraq subartezian və şaquli drenaj quyularını çoxsaylı sistemdə layihələndirmək, prosesləri proqnozlaşdırmaq və 10-dan artıq düz və əks məsələləri həll etmək üçün kompüter proqramı işlənmişdir.

11. Hidromeliiorativ sistem və qurğuların etibarlılığının yüksəldilməsi və etibarlılığının konkret obyektlərdə tətbiqi nəticəsində əldə edilən iqtisadi səmərə vahid obyekt və sahə üçün 677 manatdan 178816 manata kimi dəyişir.

## Dissertasiya üzrə dərc edilmiş elmi işlər

1. Meliorasiya və su təsərrüfatı obyektlərində ehtimal, riyazi statistika və etibarlılıq nəzəriyyələrinin tətbiqi zəruriliyi // Azərbaycan Aqrar Elmi, № 6, 2008, səh. 88-90
2. Hidromeliorativ obyektlərin etibarlılıq kriteriyaları // Ekologiya və su təsərrüfatı, № 1, 2009, səh. 6-11
3. Nasos stansiyalarında etibarlılıq şərtləri, ona təsir edən faktorlar və dayanmaların səbəbləri / Ekologiya və su təsərrüfatı, № 4, 2009, səh. 74-78
4. Etibarlılıq nəzəriyyəsində dayanmalar fizikasının rolu // Azərbaycan Aqrar Elmi, № 5, 2009, səh. 88-90
5. Şimali Akuşa kollektoru üzərində istismar olunan “Birləşmiş” nasos stansiyasının etibarlılıq göstəricilərinin təyini // Ekologiya və su təsərrüfatı, № 2, 2010, səh. 49-53
6. Örtülü horizontal drenajın fiziki etibarlılığı və onun artırılması // Azərbaycan Aqrar Elmi, № 3-4, 2010, səh. 86-88
7. Оценка надежности мелиоративных насосных станций // Известия аграрной науки, том 8, № 2, 2010, с. 69-72
8. Application of mathematical simulation for prognosticating reliability of hydroreclamation systems elements / The Third International Conference “ Problems of Cybernetics and Informatics”, Volume II, Baku, 2010, pp. 121-124 (həmmüəllif Həsənov A.B.)
9. Torpaqların meliorativ vəziyyətinin qiymətləndirilməsində etibarlılıq anlayışından istifadənin mümkünlüyü / Torpaqşünaslıq və aqrokimya, с. 20, № 1, 2011, səh. 398-401
10. Закономерность распределения отказов в субартезианских скважинах, эксплуатируемых в Карабахском регионе // Международный технико-экономический журнал, № 4, 2011, стр. 108-112
11. Эксплуатационная надежность системы скважин, расположенных в Мильской степи Азербайджана // Международный технико-экономический журнал, № 5, 2011, с. 88-92
12. Kollektor-drenaj şəbəkəsinin etibarlılığı // Azərbaycan Aqrar Elmi, № 2, 2011, səh. 148-150
13. The law of time distribution of continuous work and reliability characteristics of NDN type pump unit // Proceedings of institute of mathematics and mechanics, XXXIV, 2011, pp. 143-148
14. Etibarlılıq kriteriyaları və onların təyinedilmə metodikaları haqqında / Azərbaycan Elmi-Tədqiqat Kənd Təsərrüfatının İqtisadiyyatı və Təşkili institutunun elmi əsərləri, № 2, 2012, səh. 197-202

15. Subartezian quyularının etibarlılıq modeli və ona təsir edən faktorlar // Azərbaycan Aqrar Elmi, № 2, 2012, səh. 112-114
16. Надежность коллекторно-дренажной сети, работающей длительное время / Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных мелиоративных технологий. Сборник научных трудов, выпуск 5, Рязань, 2012, с. 117-120
17. Надежность коллекторно-дренажной сети в начальный период ее эксплуатации // Глобальный научный потенциал, № 4, 2012, с. 108-112
18. Эксплуатационная надежность системы скважин, расположенных в Шамкирском районе Азербайджана // Перспективы науки, № 1, 2012, с. 82-85
19. Надежность погружных насосов, работающих в субартезианских скважинах // Мелиорация и Водное Хозяйство, № 6, 2012, с. 33-36
20. Оценка надежности коллекторно-дренажной сети по интенсивности отвода грунтовых вод // Мелиорация и Водное Хозяйство, № 2, 2013, с. 26-28 (həmmüəllif Hacıyev A.H.)
21. Dərinlik nasoslarının etibarlılığı və ona təsir edən faktorlar / Ümummilli lider Heydər Əliyevin 90 illik yubileyinə həsr olunmuş Beynəlxalq elmi-praktik konfrans. İnşaat kompleksində riskin qiymətləndirilməsi və təhlükəsizlik problemləri, Bakı. 2013, səh. 56-60
22. Approximate evaluation of the reliability of CDN on the derivation of excess water from irrigated lands // Life Science Journal, New York: Volume 10, 2013, Special Issue 9 ( Supplement 1009s), pp. 203-208 (həmmüəllif Hacıyev A.H.)
23. Nasos stansiyalarında etibarlılıq şərtləri və dayanmaların səbəbləri // Azərbaycan Aqrar Elmi, № 3, 2013, səh. 111-114
24. Subartezian quyularında etibarlılıq göstəricilərinin təyini // Azərbaycan Aqrar Elmi, № 3, 2014, səh. 90-92
25. Adjustment of the level of ground water by using horizontal drain academician // News of Science and Education, Sheffield: Science and Education LTD, NR 20 (20) 2014, pp. 26-31 (həmmüəllif Hacıyev A.H.)

**Научно-практическая основы повышения надежности гидромелиоративных систем и сооружений**

***РЕЗЮМЕ***

Анализ эксплуатации и эффективности работы действующих гидромелиоративных систем и сооружений показывает, что надёжность их очень низка и не отвечает современным требованиям предъявляемым к совершенным сооружениям. Низкая эффективность этих систем и сооружений связана с тем, что при проектировании в них не закладываются основные показатели надёжности из-за отсутствия конкретных методов по её установлению.

В связи с этим возникла необходимость разработать конкретные методы по определению и повышению надёжности как действующих, так и проектируемых гидромелиоративных систем и сооружений .

В работе дан обзор теории надёжности различных систем, сооружений и устройств, изложены физико-математическая сущность теории надёжности и теории остановок, их связь с различными направлениями науки, а также условия применения теории надёжности на конкретных объектах.

Установлена фактическая надёжность действующих насосных станций, коллекторно-дренажных сетей, ново и давно введенных в эксплуатацию, а также субартезианских скважин, заложенных в горных, в предгорных и низменных условиях. Разработаны конкретные методы определения и прогноза надёжности гидромелиоративных систем и сооружений. Составлены блок-схемы надёжности для выбора конкретных методов по расчёту надёжности объекта. Составлена компьютерная программа для решения более 10-ти прямых и обратных задач, связанных с проектированием скважин, заложенных в сложных гидрогеологических условиях (в трехпластовой системе). Разработана новая конструкция горизонтального дренажа. Разработаны рекомендации по повышению надёжности насосных станций. Установлена экономическая эффективность применения теории надёжности в водном хозяйстве и мелиорации земель. Полученные результаты переданы проектный институт «Азгипроводхоз» для использования.



*Yasin I. Rustamov*

**Scientific and practical bases of increase reliability of hydromeliorative systems and constructions**

**SUMMARY**

The analysis of operation and overall performance of operating hydromeliorative systems and constructions shows that their reliability is very low and doesn't meet modern demands made to perfect constructions. Low efficiency of these systems and constructions is connected with that at design in them the main indicators of reliability aren't put due to the lack of concrete methods on its establishment.

In this regard there was a need to develop concrete methods by definition and increase of reliability both operating, and designed hydromeliorative systems and constructions.

In work the review of the theory of reliability of various systems, constructions and devices is given, the physical and mathematical essence of the theory of reliability and the theory of stops, their communication with the various directions of science, and also a condition of application of the theory of reliability on concrete objects are stated.

The actual reliability of operating pump stations, collector and drainage networks is established, is new and long ago put into operation, and also the subartesian wells put in mountain, in foothill and low conditions. Concrete methods of definition and the forecast of reliability of hydromeliorative systems and constructions are developed. Reliability flowcharts for a choice of concrete methods by calculation of reliability of object are made. The computer program for the decision more than 10 straight lines and the return tasks connected with design of wells, put in difficult hydrogeological conditions (in three-sheeted system) is made. The new design of a horizontal drainage is developed. Recommendations about increase of reliability of pump stations. Economic efficiency of application of the theory of reliability in a water management and land reclamation is established.

The received results are transferred institute of «Azgiprovodkhoz» design for use .