



AZƏRBAYCAN TEXNOLOGIYA  
UNİVERSİTETİ

# AVTOMATİKA, RABİTƏ VƏ İNFORMASIYA TEXNOLOGİYALARI

JOURNAL OF AUTOMATION, COMMUNICATION  
AND INFORMATION TECHNOLOGIES

ISSN : 3080-0927 (Print)



[www.atu.edu.az](http://www.atu.edu.az)



[atu.edu.az](https://www.instagram.com/atueduaz)



[atu.edu.az](https://www.facebook.com/atueduaz)



№ 1 (1)

2025  
GƏNCƏ

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI ELM  
VƏ TƏHSİL NAZİRLİYİ

AZƏRBAYCAN TEXNOLOGİYA  
UNİVERSİTETİ



**AVTOMATİKA, RABİTƏ VƏ İNFORMASİYA TEXNOLOGİYALARI**

**AUTOMATION, COMMUNICATION AND INFORMATION TECHNOLOGIES**

**№ 1**

**GƏNCƏ – 2025**

# AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI ELM VƏ TƏHSİL NAZİRLİYİ

## Azərbaycan Texnologiya Universiteti

### Avtomatika, rabitə və informasiya texnologiyaları

#### Redaksiya heyəti:

Baş redaktor:  
Ömərov Yaşar Adil oğlu  
dosent

Baş redaktorun birinci müavini:  
Hacıyev Rövşən Mustafa oğlu  
t.f.d., dosent

Məsul katib:  
Qasımov Rövşən Fazil oğlu  
t.f.d., dosent

#### Redaksiya heyətinin üzvləri:

Abbasov Əli Məmməd oğlu  
t.e.d., professor, AMEA həqiqi üzvü.

Ayda-zadə Kamil Rəcəb oğlu  
t.e.d., professor, AMEA müxbir üzvü.

Əliquliyev Rasim Məhəmməd oğlu  
t.e.d., professor, AMEA müxbir üzvü.

Verdiyev Sakit Qamboy oğlu  
t.e.d., professor,

İmamverdiyev Yadigar Nəsim oğlu  
t.e.d., professor,

Məmmədəddov İsa Rəhman oğlu  
t.e.d., professor,

Azərbaycan Texnologiya Universiteti  
Nəbiyev Vəlif Vəqif oğlu  
t.e.d., professor,

Azərbaycan Texniki Universiteti  
Sədat Akleylek  
t.e.d., professor,

Azərbaycan Texniki Universiteti  
Giovanni De Gasperi  
professor, Aquila Universiteti, İtaliya

Qara Dəniz Teknik Universiteti, Türkiyə

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Türkiyə

Bəraya Nino Oleqovna  
t.e.d., professor,

Məhərrəmov Vəqif Əli oğlu  
f.r.e.d., professor,

Aşok Despande  
professor,

Gürcüstan Texniki Universiteti

Azərbaycan Texniki Universiteti

Hindistan Texnologiya Universiteti

İbrahimov Bəyram Qənimət oğlu  
t.e.d., professor,

Hümbətov Rəmiş Topuş oğlu  
t.e.d., professor,

Oleq Maslov  
t.e.d., professor,

Azərbaycan Texniki Universiteti

Bakı Mühəndislik Universiteti

Povoljye Dövlət Universiteti, Rusiya

İslamov İslam Cəmal oğlu  
t.e.d., professor,

Mansurov Təfiq Məmməd oğlu  
t.e.d., professor,

Ajay Kumar  
Adi Şankara Texnologiya Universiteti,

Bakı Mühəndislik Universiteti

Azərbaycan Texniki Universiteti

Hindistan

Məmmədov Cavanşir Fəridin oğlu  
t.e.d., professor,

Namazov Mənafeəddin Bəşir oğlu  
t.e.n., dosent,

Aleksandr Ediberidze  
t.e.d., professor,

Sumqayıt Dövlət Universiteti

Bakı Mühəndislik Universiteti

Gürcüstan Texniki Universiteti

Məmmədova Əlviyyə Duman qızı  
Beynəlxalq əməkdaşlıq şöbəsinin müdiri

Qurbanova İlaha Yaşar qızı  
Xarici dil üzrə mütəxəssis

Qasımov Kamran Rövşən oğlu  
Dizayner

Məmmədova Arzu Nətiq qızı  
Kompüter tərtibatçısı

Cavadov Zirəddin Əbili oğlu  
Korrektor

İldə iki dəfə çıxır

Redaksiyanın ünvanı:

AZ2011, Azərbaycan, Gəncə ş. Şah İsmayıl Xətai prospekti, 103

Azərbaycan Texnologiya Universiteti

Tel: +(994-22) 268-08-81, Faks: +(994-22) 257-29-61

E-mail: [info@atu.edu.az](mailto:info@atu.edu.az)

## MÜNDƏRİCAT - СОДЕРЖАНИЕ - CONTENTS

|                                                                                                                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Ön söz.....                                                                                                                                                                                      | 4  |
| <b>Sistemli analiz, idarəetmə və informasiyanın işlənməsi (sahələr üzrə)</b>                                                                                                                     |    |
| Həsənov M.H., Məhərrəməzadə M.R., Əliyeva B.V. DoS hücumlar və onlara qarşı mübarizə üsulları.....                                                                                               | 5  |
| Verdiyev S.Q., Mirzəyev Ə.E. Azərbaycanda və digər ölkələrdə bulud texnologiyasının təhlükəsizliyi.....                                                                                          | 12 |
| Ağababəyev R.R., Binnətov E.M. Kvant açarların paylanması və protokolların tədqiqi.....                                                                                                          | 18 |
| İsrafilova L.A., Məmmədova A.N. İnformasiya mədəniyyəti: mahiyyəti, formalaşdırılması problemləri və həlli yolları.....                                                                          | 23 |
| <b>Radiotexnika, radionaviqasiya, radiolokasiya, televiziya sistemləri və qurğuları</b>                                                                                                          |    |
| Məmmədov İ.M. OLRX ötürücülük xarakteristikasına nəzərən optik informasiya veriliş sistemlərinin effektivliyinin tədqiqi.....                                                                    | 28 |
| Nəbiyev E.A., Həsənova L.İ. Yeni nəsəl şəbəkələrə (NGN) keçid dövründə rabitə şəbəkələrinin etibarlılığı.....                                                                                    | 35 |
| Abduləliyev A.E., İsmayilov Z.Ə. Radiolokasiya sistemlərində xətti-tezlik modulyasiyalı siqnalların formalaşdırma üsulları.....                                                                  | 40 |
| Cəfərova E.M. Optik deflektorların işçi parametrlərinin təyin edilməsi.....                                                                                                                      | 45 |
| Hüseyn A.S., Məmmədov N.K., Daşdəmirova N.D. Kossiqren sxemli ikigüzgüli antenanın konstruktiv elementlər və reflektorların ölçülərini, fokus məsafələrinin və bucaq ölçülərini hesablaması..... | 49 |
| <b>Kompüter qurğuları və texnologiyası</b>                                                                                                                                                       |    |
| Aslanov Ə.Ə., Yaqubova M.E., Kəsəmənli H.C. Karbon nanoborucuqlar və kompüterlərin gələcəyi.....                                                                                                 | 57 |
| <b>İnformasiya-ölçmə və idarəetmə sistemləri (sahələr üzrə)</b>                                                                                                                                  |    |
| Hacıyev R.M. Avtomatik idarəetmə qurğu və sistemlərinin resurslarının təyini.....                                                                                                                | 61 |
| Aslanbəy Y.R. İdarəetmənin avtomatlaşdırılması (Kassa sistemi).....                                                                                                                              | 68 |
| Binnətov M.F., İsrafilova Q.A., Qoçəliyeva A.N. İnformasiyanın rəqəmli veriliş sistemlərində zaman fluktuasiyalarının effektiv azaldılması üsulları.....                                         | 72 |
| Qələndərov A.S., Vəliyev R.N., Quliyeva R.F. Tökmə-yaymanın maye metal axınının modelləşdirilməsi.....                                                                                           | 77 |

## ÖN SÖZ

Ümummilli liderimiz Heydər Əliyevin təşəbbüsü ilə yaradılmış Azərbaycan Texnologiya Universiteti bu gün respublikamızda iqtisadiyyatın mühüm sahələri üçün yüksək ixtisaslı mütəxəssislər hazırlığı işində önəmli rol oynayır. Bu gün universitetdə müasir maddi-texniki baza yaradılmış, səmərəli pedaqoji və elmi işlər aparan professor-müəllim heyəti formalaşmışdır. Universitetdə fəaliyyət göstərən elmi-tədqiqat laboratoriyaları tədris prosesinin və elmi-tədqiqat işlərinin səmərəliliyinin artırılmasında önəmli rol oynayır.

Bu gün dünyada insanların böyük əksəriyyəti müxtəlif məqsədlər üçün kompüterdən geniş istifadə edirlər. Xüsusən gənc nəsil üçün kompüterdən istifadə onun gündəlik fəaliyyətinin adi həyat tərzinə çevrilib.

Müasir dövrdə İKT-nin inkişaf etdirilməsi hər bir ölkənin intellektual və elmi potensialının vacib göstəricilərindən biridir və bu prosesin zəruriliyi indiki qloballaşma dövründə daha çox hiss olunur. Bu texnologiyaların sürətli inkişafı və yayılması bəşəriyyətin inkişafı üçün geniş imkanlar yaradır.

Azərbaycan Respublikasında da informasiya cəmiyyətin qurulması və kompüterləşmə sahəsində ciddi, uğurlu addımlar atılmışdır. Bu sahədə həyata keçirilən dövlət siyasətinin ümdə vəzifələrdən biri İKT-nin cəmiyyətin müxtəlif sahələrində, xüsusilə də təhsil sistemində geniş tətbiq edilməsi məsələsidir.

İKT-nin tətbiqi Azərbaycan vətəndaşlarının müasir biliklərə və bacarıqlara malik olan yeni nəslinin formalaşmasına birbaşa təsir edən yüksək məhiyyətli məsələdir. Məhz bu səbəbdən son illər təhsil sistemində İKT infrastrukturunun inkişaf etdirilməsi və İKT-nin tətbiqinin dünya standartları səviyyəsinə çatdırılması ölkəmizdə prioritet istiqamətlərdən biri olub. Bunun üçün son illər dövlət tərəfindən İKT-nin tətbiqi sahəsində müxtəlif layihə və tədbirlər həyata keçirilməkdədir. Bu müstəvidə icra olunan fəaliyyətlər aparılan islahatların çox vacib mərhələlərindən biri hesab edilən İKT infrastrukturunun qurulmasına yönəlib.

Prezident İlham Əliyev tərəfindən də ölkəmizdə informasiya cəmiyyətinin artıq praktiki müstəvidə, bir konkret fəaliyyət planı çərçivəsində icra olunması üçün müəyyən tədbirlər həyata keçirilir. İKT infrastrukturunun inkişaf etdirilməsi və İKT-nin tətbiqinin dünya standartları səviyyəsinə çatdırılmasının bu sistemin inkişafında prioritet istiqamətlərdən biridir.

Hazırda Respublikamızda bütün sahələrdə, xüsusilə də təhsil sistemində mütəxəssislərin informasiya və kommunikasiya texnologiyaları (İKT) ilə işləmək və onlardan düzgün istifadə etmək bacarığına çox böyük önəm verilir. İKT biliyinə mükəmməl yiyələnməyin ən yaxşı yolu isə, təbii ki, orta məktəbdən başladığı üçün bu sahədə həyata keçirilən siyasətin mühüm xüsusiyyətlərindən biridir. Müasir dünyamızda sürətlə inkişaf edən informasiya texnologiyaları və sistemləri ev, iş, əyləncə və istirahət məkanlarına sürətlə nüfuz edərək həyatımızın ayrılmaz parçası halına gəlmişdir.

Məhz bu baxımdan Azərbaycan Texnologiya Universitetində “Avtomatika, rabitə və informasiya texnologiyaları” jurnalı təsis edilmişdir. Jurnalın missiyası İKT sahəsində çalışan alim və ekspertlərin ən aktual məsələlərə dair fikirlərini dərc edərək, əldə edilmiş nəticələri ölkə və beynəlxalq elmi ictimaiyyətin diqqətinə çatdırmaqdan ibarətdir.

**Baş redaktor:**

**Yaşar Ömərov**



UOT 004.451.7.031.43

<https://doi.org/10.30546/678209.2025.01.005>**DoS HÜCUMLAR VƏ ONLARA QARŞI MÜBARİZƏ ÜSULLARI**

<sup>1</sup>Həsənov Mehman Hüseyn oğlu, <sup>2</sup>Məhərrəməzadə Məhiş Rəhman oğlu,  
<sup>3</sup>Əliyeva Bahar Vaqif qızı

Azərbaycan Texniki Universiteti,

<sup>1</sup>[m.hasanovnew@gmail.com](mailto:m.hasanovnew@gmail.com), <sup>2</sup>[mahishadnsu@mail.ru](mailto:mahishadnsu@mail.ru), <sup>3</sup>[bahar.aliyeva08@gmail.com](mailto:bahar.aliyeva08@gmail.com)

**Xülasə.** Məqalədə informasiya təhlükəsizliyinin pozulmasına səbəb olan DoS hücumları, onların növləri və bu hücumlarının qarşısının alınması üsulları haqqında məlumat verilmişdir. Bu növlərin xüsusiyyətləri, oxşar və fərqli cəhətləri araşdırılmışdır. DoS hücumlarının həyata keçirilməsi üçün istifadə olunan bəzi proqramların siyahısı göstərilmişdir.

**Açar sözlər:** informasiya təhlükəsizliyi, DoS hücumları, zombi, müdafiə üsulları.

**Giriş.** İnformasiya təhlükəsizliyi onun məxfiliyi, bütövlüyü və əlçatanlığı əsasında təşkil olunur. Bunlardan hər hansı birində zəiflik yaranarsa, informasiyanın təhlükə altında olduğu hesab edilir. DoS hücumları əlçatanlığın pozulmasına yönəldilmiş hücumlardır.

DoS (Denial of Service) hücumları şəbəkə mühitində informasiya resurslarından istifadəyə maneə törədən xidmətdən imtina hücumlarıdır. Bu hücumlardan istifadə etməklə İnternetlə işləyən sistemlərin işini ləngitmək, onların fəaliyyətini müvəqqəti və yaxud birdəfəlik dayandırmaq mümkündür. 1990-cı illərin əvvəllərində xidmətdən imtina hücumları ciddi təhlükə hesab olunmurdu. Xidmətdən imtina hücumları çox vaxt iqtisadi təzyiq məqsədilə aparılır. Belə ki, bu hücumların təsiri nəticəsində provayderlərdən gələn hesablar şişir, gəlir gətirən xidmətlər dayanır və hücumun qarşısının alınması üçün əlavə xərclərə ehtiyac yaranır.

**Mövzunun aktuallığı.** Hazırda İKT-nin sürətli inkişafı informasiya təhlükəsizliyinin təmin olunması məsələsini ön plana çıxarır. Belə ki, hər il şəbəkələrə, istifadəçi kompüterlərinə təcavüzkar şəxslər tərəfindən çoxlu sayda hücumlar edilir. Bu hücumlar içərisində DoS hücumlarına daha çox rast gəlinir. Ona görə də DoS hücumlarının növlərini, onların işləmə prinsiplərini, qarşısının alınması üsullarını bilmək və qabaqcıl tədbirlər görmək lazımdır.

**Tədqiqatın məqsədi.** İnformasiyanın əlçatanlığının pozulmasına yönəlmis təhlükələrin növlərini və qarşısının alınması üsullarını öyrənməkdir.

**Tədqiqat obyekti.** DoS hücumlarının həyata keçirilməsi zamanı istifadə olunan virusa yoluxmuş kompüterlər və proqramlardır.

**Tədqiqat metodları.** DoS hücumlarının ən çox istifadə olunan növləri araşdırılmış və müqayisə olunmuşdur.

**DoS hücumları və onlara qarşı mübarizə üsulları**

DoS hücumlarının reallaşdırılması müxtəlif üsullarla aparılır. Bu üsullardan ən çox istifadə olunanı informasiya sistemlərinə çoxlu sayda sorğuların göndərilməsidir. Əgər informasiya sistemi göndərilən sorğuların emalını tam həyata keçirə bilmirsə, bu halda sistemin işində ləngimələr baş verir.

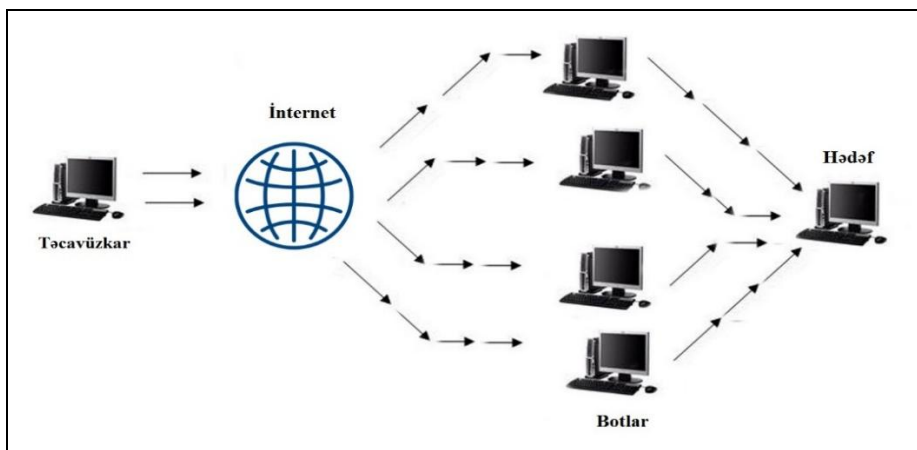
İnformasiya sistemlərinə sorğuların göndərilməsi üçün bədniiyyətli şəxsə çoxlu sayda kompüter lazım gəlir. Bunun üçün o, internet istifadəçilərinin kompüterlərindən və





ya virusa yoluxdurduğu kompüterlərdən istifadə edir. Belə kompüterlərə “bot” və ya “zombi” kompüterlər deyilir. Kompüterin bot və ya zombi kompüter olub-olmamasını yoxlamaq üçün IP ünvan yoxlama xidmətlərindən istifadə etmək lazımdır. Kompüterlərin bot kompüterə çevrilməsinin qarşısını almaq üçün viruslara qarşı mübarizə üsullarından istifadə etmək məsləhət görülür.

DoS hücumlarının arxitekturası şəkil 1-də göstərilmişdir:



Şəkil 1. DoS hücumların arxitekturası.

The United States Computer Emergency Readiness Team (US-CERT) tərəfindən DoS hücumlarının baş vermə səbəbləri aşağıdakı kimi müəyyən edilmişdir:

- **Müəyyən bir veb-saytın istifadə edilməməsi.**
- **Spamların sayının çoxalması.**
- **Kabelsiz və ya kabelli İnternet əlaqəsinin kəsilməsi.**
- **Proqram kodunda olan xətlər.** Buna misal olaraq boş (Null) ünvana müraciəti göstərmək olar.

- **Məlumatların yoxlanılmaması.** Bu halda prosessorlar hədsiz yüklənir və yaxud yaddaş üçün çox böyük həcmli operativ yaddaş (RAM) ayrılır. Nəticədə müəyyən zaman keçdikdən sonra yaddaş tükənir.

- **Flood.** Flood dedikdə şəbəkə mühitində işləyən avadanlıqlara və kompüter sistemlərinə sorğular göndərməklə sistemin və ya şəbəkə resurslarının tükənməsi nəticəsində sistemin işinin pozulması başa düşülür.

- **İkinci növ hücumlar.** Bu hücumlar müdafiə sistemini yalandan işə salmağa və resursları əlçatmaz etməyə xidmət göstərir.

DoS hücumları iki mərhələ ilə aparılır:

1. DoS hücumu təşkil edəcək sistemlər işləyib hazırlanır və bu sistemlərə lazımlı proqramlar yüklənir.

2. Hazırlanmış sistem ilə hədəf qismindəki sistemə hücum həyata keçirilir.

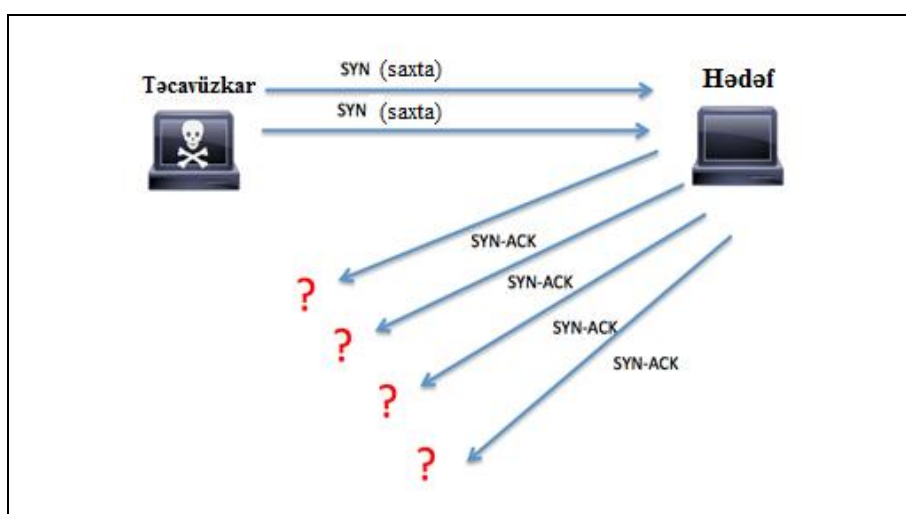
DoS hücumların ən geniş yayılmış növlərinə misal olaraq SYN hücumlarını, yaddaşın daşması prosesini, Treadrop hücumlarını, Smurf hücumlarını, xidmətlərin həddindən artıq yüklənməsi prosesini və s. göstərmək olar [1].

**Yaddaşın daşması prosesi (Message Flooding).** Bu proses DoS hücumların ən çox istifadə olunan növüdür. Yaddaşın daşması dedikdə sistemə çoxlu sayda trafiklərin göndərilməsi nəticəsində yaddaşda verilənlərin daşması başa düşülür.

**SYN Flood hücumları.** Bu hücum növündə hücum edən şəxs, internet üzərində



istifadə olunmayan IP ünvanlar vasitəsilə hədəf aldığı obyektə (kompüterə) SYN paketi göndərir. Kompüter göndərilmiş hər bir SYN paketi üçün resurs ayırır və razılıq paketini (SYN-ACK) təcavüzkarın istifadə etdiyi IP ünvana göndərir (full-duplex). Hədəf qismindəki kompüter istifadə olunmayan IP ünvandan cavab almaq üçün SYN-ACK paketini dəfələrlə geri göndərir. Əgər SYN-ACK paketi geri göndərilməyə, əlaqə taməlaqəli deyil, yarıməlaqəli formada olur (half-huplex). Təcavüzkarın bu üsulu davamlı olaraq tətbiq etdiyi halda, hədəf qismindəki kompüter hər dəfə yeni resurs yaratmaq məcburiyyətində olur. Bu səbəbdən də kompüterdə nasazlıqlar yaranır. Şəkil 2-də SYN Flood hücumlarının sxemi göstərilmişdir:



**Şəkil 2. SYN Flood hücumlarının sxemi.**

SYN Flood hücumları zamanı hədəf qismindəki kompüter bot kompüterdən cavab ala bilmədikdə, SYN-ACK paketini 5 dəfə təkrar göndərir. Paketlərin göndərilməsi zamanı keçən zaman müddəti uyğun olaraq 3, 6, 12, 24 və 48 saniyədir. Əgər yenə də bot kompüterdən cavab gəlməyə, 96 saniyə sonra son dəfə SYN-ACK paketi göndərilir. Keçən zaman müddətlərini topladıqda 3 dəqiqəyə yaxın bir müddət alınır. Bu isə hər bir SYN Flood hücumunun həyata keçirilmə vaxtını bildirir.

TCP SYN seansı müştəri-host arasında qurulduqda, əlaqə üçün ACK və ya PUSH ACK paketlərindən istifadə olunur. Əgər ACK paketləri hədəf qismindəki kompüterin resurslarını sərf etməyə başlayarsa, ACK&PUSH ACK Flood olaraq adlandırılan hücum baş vermiş olur. Əgər hücum zamanı təcavüzkar şəbəkə resurslarını tamamilə mənimsəyirsə, belə hücumlara ACK&PUSH ACK Flood hücumlarının bir növü olan Fragmented ACK hücumları deyilir. Bu hücumlarda 1500 bayt həcmli paketlərdən istifadə olunur.

**Land Flood.** SYN Flood hücumlarına bənzəyir. Bu hücum növündə təcavüzkarlar hədəf qismindəki kompüterin IP ünvanını mənbə kimi istifadə edərək şəbəkəni SYN paketləri ilə zəbt edirlər. Belə olan halda kompüterlər sanki öz-özünə paketlər göndərmiş kimi olurlar. Yəni, üçmərhələli əlaqə zincirində (Three Handshake) kompüter həm kənardan paket qəbul etmiş, həm də həmin paketə cavab vermiş olur.

**Treadrop hücumları.** Bu növ hücumlarda internet üzərindən kompüterə göndərilmiş paketlərin bölünməsi prosesi həyata keçirilir. Paketlərin bölünməsi üçün başlıqlardan istifadə olunur. Başlıqların vəzifəsi bölünmüş məlumatların üst-üstə





düşməməsini təmin etməkdir. Treadrop hücumlarında təcavüzkar şəxs paketi göndərərkən, məlumatların bölünərkən üst-üstə düşməsi üçün paketə çoxlu sayda başlıqlar əlavə edir. Əgər paketi qəbul edən kompüter belə bir vəziyyəti idarə edəcək gücə malik deyilsə, kompüter sisteminin çökməsi baş verir.

**Smurf hücumları.** Bu hücum növündə, təcavüz edən şəxs hədəf qismindəki kompüterdən ping tələb edir. Ping təcavüz edən şəxsin istəyinə uyğun olaraq hazırlanmış olur. Smurf hücumlarında şəbəkəyə qoşulmuş bütün kompüterlər hədəf qismindəki kompüterə ping göndərir. Belə olan halda hücumla məruz qalmış kompüter göndərilən trafiklərə nəzarət edə bilmir. Smurf hücumlarının qarşısını almaq üçün marşrutlaşdırıcı qurğuda (Router) ping sorğularını cavablandırmağı bağlamaq lazımdır.

**Fraggle hücumu.** Smurf hücumlarına bənzəyir. Bu hücumlar UDP (User Datagram Protocol) portundan istifadə etməklə həyata keçirilir. Fraggle hücumlarının qarşısının alınması üçün Firewall-da 7-ci və 19-cu Echo portlarını (Unix əməliyyat sistemində) bağlamaq lazımdır.

**Shrew hücumu.** Bu hücumlar TCP paketləri ilə həyata keçirilən hücumlardır.

**Finger.** Müəyyən bir istifadəçi haqqında məlumat verən proqramdır. Bu proqram əlavə olaraq istifadəçinin tam adını, hücumun hansı terminaldan başladığını, terminalın ünvanını, sistemin nə qədər zamandır əməliyyat yerinə yetirmədən gözlədiyini və s. göstərir.

**Ping of Death.** Hal-hazırda demək olar ki, bütün əməliyyat sistemlərində bu hücumların qarşısının alınması üçün qabaqalayıcı tədbirlər vardır. Bu hücum növündə ICMP paketlərinin həcmi 216-65536 bayt arasında olmalıdır. Əgər təcavüzkar şəxsin göndərdiyi paketin həcmi daha böyük olarsa, əməliyyat sisteminin çökməsi baş verə bilər.

**HTTP Fragmentation.** Bu cür hücumlarda server ilə bot kompüter arasında HTTP əlaqəsi yaradılır. Təcavüzkar şəxs uzunmüddətli seanslar zamanı bot kompüterlərin köməkliyi ilə veb-serverlərin işini qısa müddətlik dayandıra bilər [4].

**Buffer Overflows.** Məlumdur ki, kompüterlərin mübadilə buferləri müəyyən bir yaddaşa malikdirlər. Bu yaddaşın dolması baş verdikdə sistemin kilidlənməsi və ya sıfırlanması tələb olunur. Belə hücumlarda təcavüzkar şəxslər daha çox sorğular göndərməklə sistemin mübadilə buferinin dolmasına çalışırlar.

**Faulty Application.** Bu hücum növündə təcavüzkar şəxslər proqramların zəif dizaynından və verilənlər bazası ilə əlaqənin zəifliklərindən faydalanırlar. Onlar SQL inyeksiyalarından (SQL Injections) istifadə etməklə serverin resurslarını mənimsəyirlər.

**Excessive VERB.** Bu hücum növündə təcavüzkar şəxs bot kompüter vasitəsilə veb-serverə HTTP sorğusu göndərir. Sorğulara misal olaraq POST və GET sorğularını göstərmək olar. Hər bir bot kompüter 10-dan artıq sorğu göndərə bilər.

**Media Data Flood.** Hücum zamanı hədəf qismindəki kompüter böyük həcmli media məlumatlarını qəbul edir. Belə olan halda sistem həmin məlumatları tamamilə qəbul edə bilmədiyi üçün və şəbəkə resursları tükəndiyi üçün çökür.

**ICMP Flood.** Bu hücumların əsas xüsusiyyəti hücumun birdən çox nöqtədən həyata keçirilərkən uğurlu nəticələr verməsidir. Əks halda hücumun heç bir təsiri olmur. ICMP Flood hücumları xüsusilə Linux əməliyyat sistemi üzərindən aparıldığında daha uğurlu alınır və həmin hücumun həyata keçirilməsi üçün müəyyən əmrlərdən istifadə olunur. Nümunə olaraq “ping – s ip” əmrini göstərmək olar. Bu əmr vasitəsilə 64 kb-lıq paketlər göndərilir.

ICMP protokolu sistemlər arasında əlaqə yaratmaq və səhvləri təmizləmək üçün



istifadə olunan protokoldur. Qeyd edək ki, Command Prompt (CMD) proqramı bu protokol ilə işləyir.

**ICMP Flood** hücumlarını həyata keçirmək üçün CMD-də “ping - 1 65510 ip” əmrini icra etmək lazımdır. Bu halda təcavüzkar ICMP Echo Request (TYPE 8) paketini göndərir və hədəf qismindəki kompüter həmin paketə cavab olaraq ICMP Echo Reply (TYPE 0) paketini göndərir. Təcavüzkarın çoxlu sayda paket göndərdiyi halda, sistem hər dəfə paketlərə cavab vermək üçün səy göstərir və sistem yorulmağa başlayır. Nəticədə sistem resurslara tam cavab verə bilmir və asılı vəziyyətə düşür.

**UDP Flood.** Bu hücum növündə təcavüzə məruz qalan kompüter portların dinlənilib-dinlənilməməsinə nəzarət edə və ICMP paketi ilə “hədəf qismindəki kompüterlə əlaqə yaradılmır” şəklində cavab göndərə bilir. UDP Flood hücumlarının qarşısının alınması üçün Firewall-dan istifadə olunur. UDP Flood hücumlarının aşağıdakı növləri vardır:

**UDP Fragmentation.** Bu hücum növündə 1500 bayt həcmli paketlərdən istifadə olunur və paketlər serverdə birləşdirilir. Paketlərin birləşdirilməsi üçün mikroprosessor (CPU) çoxlu sayda resursdan istifadə edir. Nəticədə sistemin yenidən başladılması və ya sistemin bağlanması kimi problemlər yaranır.

**Non-Spoofed UDP Flood.** Bu hücumlar həyata keçirilərkən hədəf qismindəki kompüter çoxlu sayda UDP paketlərini qəbul edir və şəbəkə resurslarını sərf edir. Nəticədə sistemin bağlanması kimi problem yaranır.

**VoIP Flood.** UDP Flood hücumlarının xüsusi növüdür. Bu hücum növündə hədəf qismindəki kompüter VoIP (Voice over Internet Protocol) paketlərini qəbul edir.

**DNS Poisoning.** DNS serverlər həqiqəti əks etdirməyən məlumatlara malik olduqda serverin “zəhərlənməsi” baş verir. Təcavüzkar şəxs DNS serverdəki veb-saytın IP ünvanını dəyişərək onu zəhərləyir. Daha sonra serverdə, daxilində viruslar olan fayllar yaradır. Nəticədə veb-saytdan məlumat yükləyən istifadəçi aldanaraq zəhərlənmiş DNS serverdəki viruslu faylı öz kompüterinə yükləyir.

**Xidmətlərin həddindən artıq yüklənməsi (Service Overloading).** Bu hücum növünün əsas məqsədi şəbəkədəki istifadəçi və xidmət sayını azaltmaqdan ibarətdir. Təcavüzkar şəxs istifadəçiyə çoxlu sayda ICMP (Internet Control Message Protocol) paketi göndərir. Lakin bu hadisə şəbəkə monitoru tərəfindən asanlıqla başa düşülür.

İnternet üzərindən DoS hücumlarını tətbiq etmək üçün müxtəlif proqramlar hazırlanmışdır. Lakin bu proqramlardan pis niyyətlər üçün istifadə olunduğu təqdirdə hüquqi baxımdan ciddi cəzalarla qarşılaşmaq təhlükəsi yaranır. DoS hücumlarını həyata keçirmək üçün istifadə olunan bəzi proqramlar aşağıdakı kimidir:

- LOIC (Low Orbit Ion Canon)
- XOIC
- HULK (HTTP Unbearable Load King)
- DDOSIM-Layer 7 DDOS Simulator
- R-U-Dead-Yet
- Tor's Hammer
- PyLoris
- OWASP DOS HTTP POST
- DAVOSET
- GoldenEye HTTP Denial of Service Tool



- HOIC
- UDP Flooder
- RUDY
- OWASP Switchblade
- THC-SSL-DOS

DoS hücumlarında əsas məsələlərdən biri hücumun analiz edilməsidir. Hücumu həyata keçirən mənbə (daxili və ya xarici) müəyyənləşdirilməlidir. İnternetin sürətinin aşağı düşməsi və elektron poçtun göndərilə bilməməsi və ya qəbul edilə bilməməsi hallarına diqqət yetirilməlidir [2].

DoS hücumlarından qorunmaq üçün 3 üsul vardır:

**Davamlı hücumlar və onlardan qorunma üsulları.** Bu cür hücumlar müdafiə edilməsi ən çətin DoS hücumlarıdır. Davamlı hücumlardan qorunmaq üçün paketlərin şəbəkəyə daxil olmasının qarşısını almaq lazımdır. TCP SYN, UDP, ICMP və s. kimi davamlı olaraq göndərilən paketlərin qarşısının alınması üçün proqram təminatı işləni b hazırlanmalıdır.

**Sistemə edilən hücumlar və onlardan qorunma üsulları.** Bu cür hücumlar bir və ya bir neçə sistemə qarşı həyata keçirilir. Təcavüzkar şəxs tərəfindən sistemə çoxlu sayda sorğular göndərilir. Sistemə edilən hücumlar zamanı sorğulara ayrılan vaxt, paketlərin böyüklüyü və s. kimi problemlər yaranır. Bu problemlərin qarşısının alınması üçün güclü cihazlardan, proqram təminatından və müəyyən əmrlərdən istifadə olunur. Məsələn, Linux əməliyyat sistemində problemin həlli üçün "sysctl (8)" əmrindən istifadə edilir [3].

**Məntiqi hücumlar və onlardan qorunma üsulları.** Bu hücumlardan müdafiə olunmaq üçün Firewall və ya digər proqram təminatlarından istifadə edilir.

## NƏTİCƏ

Məqalədə DoS hücumların həyata keçirilməsi yolları, hücumların növləri və işləmə prinsipləri haqqında ətraflı məlumat verilmişdir. Bu hücumların tətbiqi zamanı istifadə olunan zərərli proqramların siyahısı verilmiş və DoS hücumlardan qorunmaq üsulları nəzərə çatdırılmışdır.

**Tədqiqat işinin yeniliyi.** DoS hücumların iş prinsipləri müqayisə olunmuş və onların qarşısının alınması üçün əlavə üsul təklif olunmuşdur.

**Tədqiqat işinin tətbiqi əhəmiyyəti.** DoS hücumların növlərini, iş prinsiplərini və onların qarşısının alınması üsullarını bilmək informasiya təhlükəsizliyi sahəsində məşğul olan mütəxəssislərin biliklərinin artırılmasına, həmçinin onların qabaqcıl tədbirlər planı hazırlamasına imkan yaradır.

**Tədqiqat işinin iqtisadi səmərəsi.** Məlumdur ki, DoS hücumların məqsədi sistemin işini qısa müddətlik və ya birdəfəlik dayandırmaqdır. Bu halda istifadəçi kompüterlərinə və şəbəkəyə külli miqdarda zərər dəymiş olur. Məhz bu səbəbdən də DoS hücumların qarşısının alınması sistemlərin normal vəziyyətdə işinə davam etməsinə və dəyəcək maddi ziyanlardan qorunmağa səbəb olur.

## ƏDƏBİYYAT

1. <https://searchsecurity.techtarget.com/definition/denial-of-service>
2. [https://tr.wikipedia.org/wiki/Denial-of-service\\_attack](https://tr.wikipedia.org/wiki/Denial-of-service_attack)
3. <https://www.slideshare.net/bgasecurity/dos-ddos-saldrilar-ve-korunma-yntemleri-kitab>
4. <http://searchsecurity.techtarget.com/definition/denial-of-service>

**DoS ATAКИ И МЕТОДЫ БОРЬБЫ ПРОТИВ НИХ****Гасанов М.Г., Магеррамзаде М.Р., Алиева Б.В.****РЕЗЮМЕ**

В статье представлена информация о DoS-атаках, их типах, что приводит к нарушениям информационной безопасности, методам и способам предотвращения этих атак. Исследованы характеристики, сходства и различные особенности этих видов. Был показан список некоторых программ, которые используются для реализации DoS-атак.

**Ключевые слова:** информационной безопасности, DoS-атак, зомби, методов защиты.

**DoS ATTACKS AND METHODS OF STRUGGLE AGAINST THEM****Hasanov M.H., Maharramzada M.R., Aliyeva B.V.****SYMMARY**

The article provides information on DoS attacks, causing information security breaches, their types and ways to prevent these attacks. The characteristics, similarities and differences of these species have been investigated. A list of some programs used to implement DoS attacks has been shown.

**Keywords:** information security, DoS attacks, zombie, defense methods.

Redaksiyaya daxilolma 15.05.2024

Çapa qəbul olunma 12.12.2024





UOT 621.004.05

<https://doi.org/10.30546/678209.2025.01.010>

## AZƏRBAYCANDA VƏ DİGƏR ÖLKƏLƏRDƏ BULUD TEXNOLOGİYASININ TƏHLÜKƏSİZLİYİ

<sup>1</sup>Verdiyev Sakit Qambay oğlu, <sup>2</sup>Mirzəyev Əfqan Elbəy oğlu

Azərbaycan Texnologiya Universiteti

<sup>1</sup>s.verdiyev@uteca.edu.az; <sup>2</sup>efqan.777@mail.ru

**Xülasə:** Məqalədə Bulud texnologiyalarının təhlükəsizliyi müxtəlif ədəbiyyatlardan araşdırılmış və müqayisəli təhlili aparılmışdır. Nəticədə göstərilmişdir ki avropa ölkələrində Bulud texnologiyasından istifadə daha yararlıdır. Buna səbəb isə baxmayaraq ki, hələdə bəzi təhlükəsizlik üsullarının işlənilməsinə ehtiyac var amma Azərbaycanla müqayisədə daha əlverişli təhlükəsizlik sistemləri işlənilmişdir.

**Açar sözlər.** Bulud, təhlükəsizlik.

**Giriş.** Müasir dövrdə bir çox fəaliyyət sahələrində müvəffəqiyyət qazanmağın əsas amillərindən biri böyük həcmdə verilənlər kütləsini və informasiya axınlarını emal etmək imkanı ilə bağlıdır [2]. Texnologiyanın inkişafı nəticəsində informasiyanın saxlanması, qorunması, və bəzən əldə olunması çox çətinləşir. Bu kimi problemlərin qarşısını almaq üçün təhlükəsizlik sistemləri yaradılmış və bu sahədə yeniliklər əldə olunmuşdur. Azərbaycanda istifadə olunan təhlükəsizlik sisteminə misal olaraq Big Datadır.

**Bulud texnologiyası.** Bulud texnologiyaları konsepsiyası kompüter texnologiyalarının infrastrukturunun və proqram təminatının bilavasitə şəbəkə mühitində yaradılmasını və istifadə edilməsini təmin edir. Bu texnologiyanın köməyi ilə istifadəçinin məlumatları bulud sistemlərində saxlanılır, emal edilir və eyni zamanda brauzerlərin köməyiylə, emal proqramlarının işə salınması və nəticələrə baxılması təmin edilir. Bulud texnologiyaları sisteminin infrastrukturunu, kompüterlərin hesablama və yaddaş resurslarının klasterləşməsi və virtualaşdırılmasından geniş istifadə etməklə, verilənlərin emal və yadda saxlanması mərkəzlərinin yaradılmasını təmin edir. Bulud texnologiyası uzaqdan lazım olan informasiyalara əldə etməyə və onlardan istifadə etməyi nəzərdə tutulan bir texnologiyadır. Biz lokal və ya internet şəbəkəsi vasitəsi ilə ora qoşula bilərik [3].

Bulud texnologiyaları istifadəçilərə 10-a yaxın xidmət təklif edir. Storage-as-a-service (SaaS) - verilənlərin yadda saxlanması servis kimi. Lazımı disk fəzasının sorğu üzrə təqdim edilməsi. Bu resurs uzaq məsafədə yerləşə bilər. İstifadəçilərə verilənləri yadda saxlamaq üçün yaddaş resursları təklif edir.

Database-as-a-service (DaaS) - verilənlər bazası servis kimi. Verilənlər bazasına məsafədən girişin təqdim edilməsi imkanını yaradır. İstifadəçi üçün bu verilənlər bazası lokal şəbəkələrdə yerləşən baza kimi görünür.

Information-as-a-service (İaaS) - informasiya servis kimi. Verilənlərə API tipli interfeys vasitəsilə məsafədən girişi nəzərdə tutur. Bu birja verilənləri, kredit informasiyası, ünvanların yoxlanılması və identifikasiyası ola bilər.

Security-as-a-service (SaaS)- təhlükəsizlik servis kimi. Bu təhlükəsizlik xidmətlərinin İnternet vasitəsilə təqdim edilməsidir. Təhlükəsizlik strukturunun lokal qurulmasına baxmayaraq, bəzi xidmətlər uzaqdan reallaşdırılır, məsələn, identifikasiya və autentifikasiya, giriş açarlarının generasiyası, saxlanması və ötürülməsi.

Management/governance-as-a-service (MaaS) - idarəetmə servis kimi. Bu digər bulud-servislərin uzaqdan idarə edilməsi servsidir, buraya virtualaşdırma, girişin idarə edilməsi,



müəyyən siyasətlərin (məsələn, təhlükəsizlik) reallaşdırılması daxildir. Biznes xidmətlərinin təşkilini həyata keçirir.

Testing-as-a-service (TaaS) - testləşmə servis kimi. Bu veb-serverlər daxil olmaqla, müxtəlif növ servislərin lokal və ya uzaqdan testləşdirmə imkanının təqdim edilməsidir [1].

**Bulud texnologiyasında informasiya təhlükəsizliyi.** Texnologiyanın inkişafı artıq yeni saxlama üsullarının yaranmasına səbəb oldu. Bu texnologiyalardan biridə Bulud texnologiyasıdır. Burada biz istənilən miqdarda informasiyanı saxlaya və ya idarə edə bilərik. Burada yaranan ən böyük problem isə Bulud texnologiyasından istifadə zamanı yarana biləcək təhlükələrdən qorunma üsullarıdır.

Bulud təhlükəsiz modelləri, təhlükəsizlik qərarlarına rəhbərlik edəcək proqramlardır ona görə də lazım olan modelləri istifadə etmək lazımdır.

1-Konseptual modellər və ya çərçivələr bu sənəddə CSA (Cloud Security Alliance) məntiqi modeli kimi bulud təhlükəsizliyi konsepsiyalarını və prinsiplərini təsvir etmək üçün vizuallaşdırma və izahatları daxildir.

2-Yoxlamalar modelləri və ya çərçivələri CSA (Cloud Security Alliance) (Cloud Controls Matrix-CCM) kimi müəyyən bulud təhlükəsizlik nəzarətində kateqoriyalara ayırır və ayrındılandır.

3-Referans arxitekturaları bulud təhlükəsizliyini tətbiq etmək üçün ümumiyyətlə ümumiləşdirilən şablonlardır (məsələn, IaaS təhlükəsizlik arayış mimarisi). Onlar olduqca ətraflı, konseptual məhdud və ya müəyyən nəzarət və funksiyaları qədər ola bilər.

4-Dizayn nümunələri xüsusi problemlərə görə yenidən istifadə edilə bilər. Təhlükəsizlik IaaS jurnalının idarəedilməsinə nümunədir. Müraciət memarlıqları kimi, onlar ümumi təcrübə modellərindən spesifik bulud platformalarına qədər az və ya çox abstrakt və ya xüsusi ola bilərlər.

Bu modellər arasındakı xətlər, ümumiyyətlə, nüfuz edən və modelin inkişaf etdiricisinin məqsədləriylə üst-üstə düşür. Onları birbaşa modelin başlığı altında yığmaq səhvdir, amma onları bir araya gətirmək mənalıdır, çünki müxtəlif mənbələrdən bir-birini əvəzləşdirən şərtləri görürük.

• Lazım olan təhlükəsizlik və uyğunluq tələbləri və mövcud nəzarətləri müəyyənə bilərsiniz.

- Bulud provayderinizi, xidmətinizi və paylama modellərini seçin.
- Mimariyi müəyyən edin.
- Təhlükəsizlik nəzarətini qiymətləndirin.
- Nəzarət sahələrini müəyyənə bilərsiniz.
- Boşluqları doldurmaq üçün nəzarəti həyata keçirin.
- Zamanla dəyişikliklərini idarə edin.

Müxtəlif bulud layihələri tamamilə fərqli konfigurasiyalardan və texnologiyadan faydalanacaqları üçün, hətta bir provayderdə də hər bir layihə özü əsasında qiymətləndirilməlidir. Məsələn, provayderdə IaaS-də yerləşdirilən tətbiq üçün təhlükəsizlik nəzarəti eyni provayderdən daha çox PaaS istifadə edən oxşar layihədən çox fərqlənə bilər. Məqsədləri müəyyənəlməkdir, arxitekturanı tərtib etmək və sonra əsas bulud platformasının imkanlarına əsaslanan boşluqları müəyyən etmək vacibdir. Buna görə təhlükəsizlik tələblərini nəzarətə çevirməyə başlamazdan əvvəl bulud təminatçısı və arxitekturasını bilməlisiniz [4].

**Bulud texnologiyasının təhlükəsizliyi Azərbaycanda və digər ölkələrdə.** Bulud texnologiyası çevik IT xidmətləri təqdim etmək potensialına malikdir. Bulud hesablaşma paradigması altında, Kanada Hökuməti (Government of Canada) təhlükəsizlik və məxfiliyin





bir çox aspektləri üzərində birbaşa nəzarətdən imtina edir və bununla da bulud xidmət təminatçısına etibarlı bir duyğu verir. Eyni zamanda, bulud xidmətlərini istifadə edən Kanada Hökuməti şöbələri və qurumları Kanada Hökumətinin informasiya sistemlərinin məxfiliyinə, tamlığına və mövcudluğuna və bulud xidməti provayderi tərəfindən təşkil olunan məlumatlara görə məsuliyyət daşıyırlar. Kanada Hökuməti şöbələri və agentlikləri bu səbəbdən bulud təhlükəsizliyini anlamaq və risklərin səmərəli idarə olunmalarını təmin etməlidirlər. Bulud hesablama sisteminin qəbul edilməsini təmin etmək üçün bulud əsaslı Kanada Hökuməti xidmətlərini qurmaq üçün integrasiya olunmuş risklərin idarə olunması anlayışı istifadə olunacaq.

Digər bulud təhlükəsizliyi audit profillərindən fərqli olaraq, Kanada Hökuməti bulud PBMM (Qorunan B, Orta Bütövlük, Orta vəziyyəti, Protected B, Medium Integrity, Medium Availability) profili yalnız CSP (Bulud Həll Təmin edicisi, Cloud Solution Provider) bulud xidməti infrastrukturunu deyil, həm də bulud əsaslı Kanada Hökuməti xidmətlərini təmin etmək və istifadə etmək üçün istifadə olunan bütün CSP və GC infrastruktur komponentlərini əhatə edir. IT təhlükəsizliyinə bu vahid yanaşma buludlu Kanada Hökuməti xidmətləri və əlaqəli xidmətlər və ya informasiya yerləşdirmə perspektivləri və xidmət istehlakı və ya informasiya istifadəsi baxımından müvafiq məlumatların müəyyən edilməsi və azaldılması üçün daha güclü bir əsas təmin edir. Şəkil 2-də göstəriləndiyi kimi, GC bulud PBMM profilinin əhatə dairəsi CSP-nin bulud xidmətləri infrastrukturunu (insanlardan, proseslərdən və texnologiyalardan), GC xidmətindən və ya CSP-nin bulud xidmətlərindən, GC-dən olan məlumatları ehtiva edir. bulud əsaslı GC xidmətini istifadəsi və ya GC məlumatlarına və müvafiq GC məlumatlarına aid digər infrastruktur komponentlərinə daxil olmaq üçün istifadə olunan istifadəçi qurğuları və şəbəkələri.

1) Kanada Hökumətinin istifadəçisi bir Kanada Hökumətinin yerli şəbəkəsindən bir bulud əsaslı Kanada Hökuməti xidmətinə daxil olur.

2) Kanada Hökuməti istifadəçisi bir Kanada Hökuməti lokal simsiz şəbəkəsindən bir bulud əsaslı Kanada Hökuməti xidmətinə daxil olur.

3) Kanada Hökuməti istifadəçisi İnternetdən bulud əsaslı Kanada Hökuməti xidmətinə daxil olur.

4) CSP (Bulud Həll Təmin edicisi, Cloud Solution Provider) istifadəçisi CSP (Bulud Həll Təmin edicisi, Cloud Solution Provider )-nin yerli şəbəkəsindən bulud xidmətinə daxil olur.

5) CSP (Bulud Həll Təmin edicisi, Cloud Solution Provider) istifadəçisi CSP (Bulud Həll Təmin edicisi, Cloud Solution Provider)-nin yerli simsiz şəbəkəsindən bulud xidmətinə daxil olur.

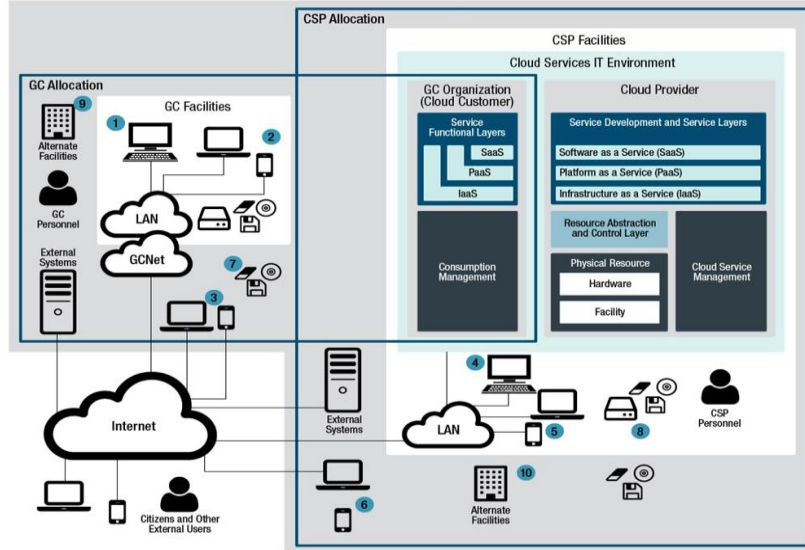
6) CSP (Bulud Həll Təmin edicisi, Cloud Solution Provider) istifadəçisi bulud xidmət mühitinə İnternetdən daxil olur.

7) Kanada Hökuməti istifadəçi, bulud tərəfindən ev sahibliyi edilən məlumatları portativ saxlama mühitində saxlayır.

8) CSP (Bulud Həll Təmin edicisi, Cloud Solution Provider) istifadəçisi GC və ya CSP (Bulud Həll Təmin edicisi, Cloud Solution Provider) məlumatlarını portativ saxlama mühitində saxlayır.

9) Kanada Hökuməti sistemi administratoru buludun yerləşdiyi məlumatın bir ehtiyatı yaradır və ehtiyat mühitini alternativ bir obyektə göndərir.

10) CSP (Bulud Həll Təmin edicisi, Cloud Solution Provider) bulud xidməti fəvqəladə planlarını dəstəkləmək üçün alternativ bir obyektə istifadə edir.



**Şəkil 2. Kanada Hökumətinin bulud texnologiyasında təhlükəsizliyinin ümumi sxemi.**

Bulud təhlükəsizliyinə bu vahid yanaşmada, GC bulud PBMM profilindəki təhlükəsizlik nəzarətinin əksəriyyəti CSP və GC şöbələri və agentlikləri tərəfindən həyata keçirilməlidir, bəzi təhlükəsizlik yoxlamaları yalnız bir və ya digər tərəfindən həyata keçirilməlidir. Təhlükəsizlik təhlükəsizliyinə nəzarətin olması GC bulud qəbul strategiyasının birbaşa nəticəsidir. Bulud əsaslı təhlükəsizlik təhlili profilləri ilə GC proqramları və GC şöbələri və təşkilatlarının xidmətlərini dəstəkləyən bütün informasiya sistemləri üçün təklif olunan ümumi İTSG-33 PBMM profili arasında deltaı əks etdirir (IT Təhlükəsizliyi Riskin İdarəetmə Təlimatında mövcuddur) [5].

**Mövzunun aktuallığı.** Bulud texnologiyası çevik İT xidmətləri təqdim etmək potensialına malikdir. Bulud hesablama paradigması altında, Kanada Hökuməti (Government of Canada) təhlükəsizlik və məxfiliyin bir çox aspektləri üzərində birbaşa nəzarətdən imtina edir və bununla da bulud xidmət təminatçısına etibarlı bir duyğu verir.

**Tədqiqatın məqsədi.** Bulud texnologiyasında informasiya təhlükəsizliyini təmin etməkdir.

**Tədqiqat obyekti.** İnformasiya sistemləri.

Ölkəmizdə Kanada və digər ölkələrdən fərqli olaraq bulud texnologiyasının təhlükəsizliyini dövlət orqanlarında tətbiq edir. Hazırda dövlət orqanları qarşısında dövlət təşkilatlarının fəaliyyətində şəffaflığın artırılması və iş məhsuldarlığının yüksəldilməsi problemləri durur. Buna görə də dövlətin əhali ilə tez, şəffaf və səmərəli şəkildə qarşılıqlı əlaqə saxlamağa, vətəndaşlara xidmət müddətini azaltmağa, əhalinin xidmətlərə tələbatını artırmağa, maliyyə effektivliyini yüksəltməyə, inzibati xərcləri azaltmağa imkan verən, korrupsiyanın aradan qaldırılmasına şərait yaradan informasiya sistemlərinin yaradılmasına və istismarına ehtiyacı vardır. Dövlət sektoru çox böyük həcmdə verilənlər toplayır, dünyada heç bir kommertiya strukturunun dövlət və hakimiyyət orqanları qədər verilənlər toplamaq imkanı yoxdur. Lakin bu verilənlərin 70%-i strukturlaşdırılmayıb və mətnlər və müxtəlif sənədlər şəklində saxlanır. Böyük həcmdə və müxtəlif formatda toplanmış bu verilənlərin Big Data texnologiyaları olmadan, relyasion verilənlər bazaları texnologiyaları ilə emalı getdikcə çətinləşir və qeyri-mümkün olur. Big Data texnologiyalarının təhlükəsizliyi üzrə son illər bir



neçə işçi qrup yaradılmışdır. Onlar arasında bir sıra aparıcı ABŞ universitetinin və şirkətinin tədqiqatçılarını birləşdirən Cloud Security Alliance (CSA) qrupu 2011-2013-cü illərdə Big Data texnologiyalarının yaratdığı informasiya təhlükəsizliyi problemlərini analiz etmiş və bir neçə analitik hesabat hazırlamışdır [6].

Azərbaycanda informasiya təhlükəsizliyi yalnızca e-dövlətdə deyil digər şirkət və müəssisələrdə də istifadə edilir. Bu sahələrdən biri kimi neft sahəsini göstərmək olar, yığılan məlumatların toplanması və bu məlumatların təhlükəsizliyinin qorunması çox vacibdir. Neft-qaz sahəsi üzrə beynəlxalq səviyyədə keçirilən “SPE Big Data and Analytics”, informasiyanın idarə edilməsi üzrə hər il keçirilən “European E&P Data and Information Management Conference”, “EAGE workshop on Oil and Gas Business Analytics”, “Big Data Solutions & Analytics in Upstream Oil and Gas Industry” və s. tədbirlər və orada müzakirə olunan məsələlərə nəzər salsaq, bu mövzunun nə qədər aktual olduğunu, neft-qaz sənayesində kəşfiyyat və qazma işləri çərçivəsində problemlərin həllində “big data” texnologiyalarının geniş tətbiqinin şahidi oluruq [7, 8].

**Nəticə.** Big Data texnologiyaları fərdi məlumatların təhlükəsizliyi baxımından ciddi problemlər yaradır. Big Data böyük həcmdə heterogen verilənlərin analizi sahəsində böyük perspektivlər vəd edən paradigma kimi meydana çıxmışdır. Big Data texnologiyaları özü ilə yeni informasiya təhlükəsizliyi təhdidləri gətirir, eləcə də təhlükəsizlik həllərində köklü dəyişikliklər vəd edir. Big data texnologiyası əsasən dövlət, şirkət və bunun kimi sahələrdə yüksək səviyyədə istifadə olunur. Digər ölkələrdə isə bu cür təhlükəsizlik sistemləri fərdi, dövlət, şirkətlərdə olur.

### ƏDƏBİYYAT

1. [https://az.wikipedia.org/wiki/Bulud\\_texnologiyas%C4%B1](https://az.wikipedia.org/wiki/Bulud_texnologiyas%C4%B1)
2. Rasim Mahmudov “Big Data və Fərdi Məlumatların Qorunması Problemləri” “Big data: imkanları, multidissiplinar problemləri və perspektivləri” I respublika elmi-praktiki konfransı Bakı şəhəri, 25 fevral 2016-cı il
3. Rəşid Ələkbərov və Məmməd Həşimov “şəbəkə mühitində paylanmış hesablama sistemlərinin yaradılması texnologiyaları” səhifə 31
4. Security guidance “for critical areas of focus in cloud computing v4.0” səh.23
5. <https://www.canada.ca/en/treasury-board-secretariat/services/information-technology/cloud-computing/government-canada-security-control-profile-cloud-based-it-services.html>
6. Məkrufə Hacırahimova ““Big Data” Neft-Qaz Sənayesində Qərar Qəbul Etmənin Əsas Komponenti Kimi” Big data: imkanları, multidissiplinar problemləri və perspektivləri” I respublika elmi-praktiki konfransı Bakı şəhəri, 25 fevral 2016-cı il
7. Yadigar İmamverdiyev “E-dövlətin İnformasiya Təhlükəsizliyi üçün Big Data Texnologiyaları” “Big data: imkanları, multidissiplinar problemləri və perspektivləri” I respublika elmi-praktiki konfransı Bakı şəhəri, 25 fevral 2016-cı il
8. <http://www.ecim.no/conference/ecim2015/>

### Cloud technology security in Azerbaijan and other countries

Verdiyev S.G., Mirzeyev A.E.

### SUMMARY

The article examines the security of cloud technology from different literature and compared with comparative analysis. As a result, it has been shown that the use of cloud technology in European countries is more beneficial. This is due to the fact that some security



methods still need to be developed, but more appropriate security systems have been developed compared to Azerbaijan.

**Keywords:** cloud, security.

### **Безопасность облачных технологий в Азербайджане и других странах**

**Вердиев С.Г., Мирзоев А.Е.**

#### **РЕЗЮМЕ**

В статье рассматриваются вопросы безопасности облачных технологий с различной литературы и по сравнению со сравнительным анализом. В результате было показано, что использование облачных технологий в европейских странах является более выгодным. Это связано с тем, что некоторые методы обеспечения безопасности, по-прежнему должны быть разработаны, но более соответствующие системы безопасности были разработаны по сравнению с Азербайджаном.

**Ключевые слова:** облако, безопасность.

Redaksiyaya daxilolma 15.05.2024

Çapa qəbul olunma 12.12.2024





UOT 004.02

<https://doi.org/10.30546/678209.2025.01.012>

## KVANT AÇARLARIN PAYLANMASI VƏ PROTOKOLLARIN TƏDQIQI

<sup>1</sup>Ağababayev Rəhrib Rəsul oğlu, <sup>2</sup>Binnətov Elvin Mehman oğlu

Azərbaycan Texniki Universiteti

<sup>1</sup>[agababayevrahib@mail.ru](mailto:agababayevrahib@mail.ru); <sup>2</sup>[elvin.Binnatov@huawei.com](mailto:elvin.Binnatov@huawei.com)

**Xülasə.** Məqalədə xüsusi məlumatların qorunmasında kvant kriptografiya sistemindən istifadə edilməsinin ümumi prinsiplərinə baxılmış, məlumatı göndərən və qəbul edən məxfi açarın qoşulması üsulları təklif olunmuşdur.

**Açar sözlər:** Kvant kriptografiyası, kriptografik açarlar, kvant açar paylanması, informasiya mübadiləsi, polarizasiya tipləri, məxfi informasiya.

**Giriş.** Artıq XXI əsrin əvvəlindən kvant kompüterləri və onlarla əlaqəli texnologiyaların inkişafı üzərində aparılan işlər daha da aktuallaşır. Bu sahədə aparılan elmi tədqiqat işləri daha da artır və daha yeni texnologiyalara nail olunur. Kvant kriptografiyası bunlardan biridir.

Müasir dövrdə abonentlər arasında, müxtəlif şəbəkələrlə ötürülən fərdi məlumatlar itkilərlə nəticələnə və ya komprometasiyaya məruz qala bilər [1, 2]. Komprometasiya - digər üçüncü şəxsin şifrələnmiş, qorunmuş fərdi məlumatın əldə etməsi və ya şübhəsi faktıdır.

Kvant Kriptografiyası bu faktların qarşısının alınması üzrə ən yeni texnologiyadır. Ümumilikdə klassik və kvant kriptografiyasında əsas məqsəd ötürülən açıq məlumatın kriptanalitikə aydın olmayacaq səviyyədə dəyişdirilməsidir. Kriptografik dəyişiklik informasiyanın qorunmasında iki məqsədə qulluq edir. Birinci, informasiyanı oxumaq üçün açara sahib olmayan şəxs üçün onu əlçatmaz etmək, ikinci, qanunsuz müdaxilə hallarından dayanıqlığı təmin etmək üçün. Burada əsas anlayış olan açar – konkret informasiyanın şifrələnməsində istifadə edilən şifrə elementidir. Bütün kriptografik sistemlər kriptografik açarların istifadəsinə əsaslanır. Praktiki olaraq bütün sistemlər simmetrik və asimmetrik sistemlərə bölünürlər [3].

**Mövzunun aktuallığı.** Müasir dövrdə abonentlər arasında, müxtəlif şəbəkələrlə məlumatı göndərən və qəbul edən məxfi açarın qoşulması aktual məsələlərdən hesab edilir.

**Tədqiqatın məqsədi.** Xüsusi məlumatların qorunmasında kvant kriptografiya sistemindən istifadə edilməsinin ümumi prinsipləri əsasında informasiya mübadiləsinin daha dayanıqlı və tam təhlükəsiz həyata keçirilməsidir.

**Tədqiqat obyekti.** Kvant kriptografiyasında açarların paylanması.

**Tədqiqat metodu.** Kvant kriptografiya sistemindən istifadə edilməsində məlumatı göndərən və qəbul edən məxfi açarın qoşulması üsulları.

Simmetrik kriptosistemlərdə məlumatı göndərən və qəbul edən bir məxfi açardan istifadə edir (şəkil 1). Bu açar bütün istifadəçilərdə olmalıdır və periodik olaraq məlumatı göndərən və qəbul edən tərəfdə eyni vaxtda yenilənməlidir. Açarı əldə edən üçüncü tərəf ötürülən bütün məlumata sahib olacaq. Simmetrik kriptosistemlərə Sezar, Vigenere şifrəsini, Amerika standartı olan DES, IDEA və Rusiya standartı olan QOST 28147-89 şifrələrini göstərmək olar.

Assimetrik kriptosistemlərdə iki açar – açıq və gizli açar istifadə edilir (şəkil 2). Burada məlumatın şifrələnməsi üçün bir, deşifrələnməsi üçün digər açardan istifadə olunur. Açıq açar məlumatın şifrələnməsi üçün bütün istifadəçilərə verilir. Deşifrələnmə üçün isə



gizli açar verilir və bu açar açıq açar vasitəsilə əldə oluna bilmir. Assimetrik kriptosistemin sxemi ilk dəfə Amerika riyaziyyatçıları Diffie və Hellman tərəfindən verilib.

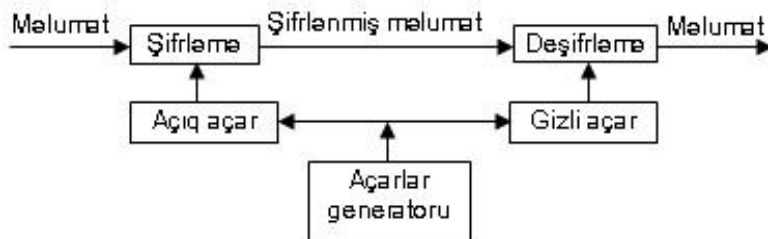
### Materiallar və müzakirələr

Açarlarla işləməkdə əsas şərt onların paylanmasıdır. Hal-hazırda iki üsul – açarların paylanılma mərkəzi vasitəsilə və istifadəçilər arasında birbaşa açar mübadiləsi vasitəsilə istifadə olunur.



**Şəkil 1. Simmetrik kriptosistemlərdə məlumatı göndərən və qəbul edən məxfi açarın qoşulması**

Birinci halda istifadəçilər arasında rabitə seansının tamlığı təmin olunmalıdır. Belə ki, bütün istifadəçilər autentifikasiyadan keçməlidir. İkinci halda məxfi məlumatın ötürülməsi zamanı simmetrik kriptosistemdə iki istifadəçi arasında ümumi gizli açar mövcud olmalıdır. Onlar bu açarı rabitə kanalında daha təhlükəsiz formada ötürməlidirlər.



**Şəkil 2. Assimetrik kriptosistemlərdə iki açar – açıq və gizli açarın qoşulması**

Kvant kriptografiyası yeni texnologiya olmaqla yanaşı işığın kvant vəziyyətindən istifadə etməklə hər iki tərəf eyni zamanda ümumi gizli kriptografik açarı generasiya edib göndərə bilər. Bu təhlükəsiz ötürmə kvant mexanikasına və informasiyanın nəzəri təhlükəsiz emalı qanunlarına əsaslanır. Kriptografiyanın əsas məqsədlərindən biri, əgər məlumatı göndərən (Alisa) və məlumatı qəbul edən (Bob) məxfi təsadüfi bit ardıcılığına (buna məxfi \*açar\* deyirik) sahibdirsə, o zaman təhlükəsizliyi sübut oluna bilər. Eyni zamanda həmin məxfi təsadüfi bit ardıcılığının hər hansı bir elementi üçüncü şəxsə (Eva) məlum olmasın. Bu halda informasiya mübadiləsi daha dayanıqlı və tam təhlükəsiz həyata keçirilir. Eyni zamanda açarların daha təhlükəsiz generasiyası o halda mümkün ol bilərki, əgər Alisa və Bob kvant kriptografiyasının yeni texnologiyasından, kvant açar paylanmasından (quantum key distribution (QKD)) istifadə edirlər.

Kvant açar paylanması təhlükəsizliyi kvant mexanikasının qanunlarının pozulmamasına və protokolların daha dayanıqlı informasiya mübadiləsi aparmasına əsaslanır. Belə olduqda Eva heç bir halda məlumatın klonunu yarada və ölçü apara bilmir. Daha dərin səviyyədə kvant açar paylanmasında (quantum key distribution (QKD)) informasiyanın





surətinin çıxarılmasına müdaxilə edir, çünki klassik sistemlərdən fərqli olaraq ölçmənin nəticələri heç bir əhəmiyyət kəsb etmir. Mübadilə zamanı yaradılmış mühit dağılmış olur. Kvant kriptografiyasının unikallığı qeyri müəyyənlik prinsipinə əsaslanır. Belə ki, Alisanın kvant ötürməsini əldə etməyə və ölçməyə cəhd edən Eva kvant vəziyyətini pozmadan qəbul edən tərəfə (Bob) göndərməlidir. Lakin bu proses Eva təfəindən həyata keçirilə bilmir və transmissiyada səhvlər meydana gəlir. Bu halda artıq məlumatı göndərən tərəf (Alisa) müdaxilədən xəbərdar olur.

İlk olaraq informasiyanın kvant kriptografiyası ilə qorunması ideyasını 1970-ci ildə Stephen Wiesner irəli sürmüşdür. Daha sonra 1984-cü ildə C.Bennett və G.Brassard kvant obyektləri ilə açarların yayımlanmasını təklif etmişdilər. Kvant açarların paylanması aşağıdakı kvant mexanizmi xüsusiyyətlərinə əsaslanır [4].

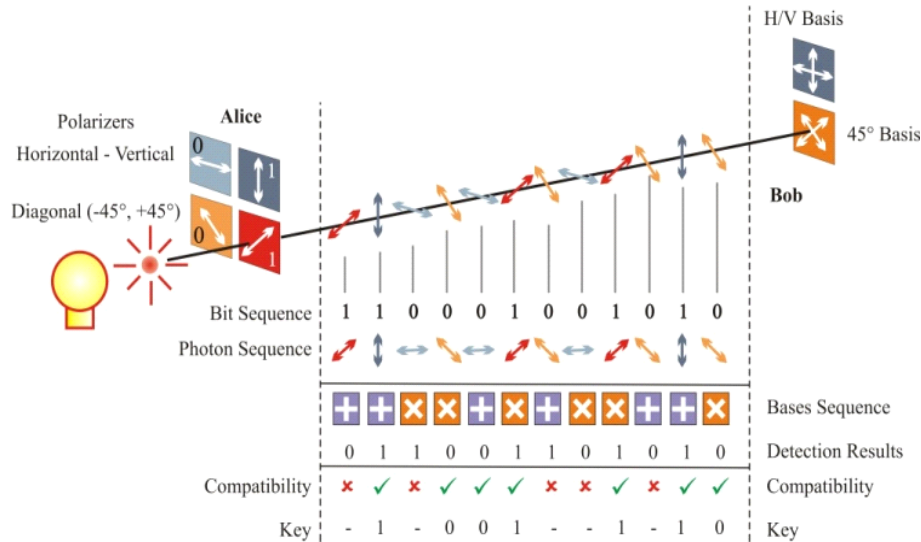
- müəyyən olunmayan kvant vəziyyətini köçürmək mümkün deyil (klonlamanın qadağan olunması teoremi)

- kvant sistemlərində onların mühitini pozmadan ölçü aparmaq mümkün deyildir.

Hal-hazırda kvant kriptografiyasında açarların paylanılmasında bir neçə protokollar mövcuddur. Bunlardan ən geniş yayılmışı və ilk olanı BB84 protokoludur. Burada Alisa fotonun polarizasiyasının təsadüfi seçilmiş dörd halından birini göndərə bilər və bu ancaq Alisaya məlum olur. Qeyd edildiyi kimi fotonun polarizasiyası  $0^0$ ,  $45^0$ ,  $90^0$ ,  $135^0$  dərəcələrdən biri ola bilər. Bob bu fotonları qəbul edir və hər biri üçün onun polarizasiyasını perpendikulyar və ya diaqonal ölçməsinə təsadüfi təyin edir. Daha sonra Bob açıq kanal vasitəsilə hansı tip ölçmə aparıldığını elan edir, amma ölçmənin hansı nəticə aldığını qeyd etmir. Həmin açıq kanal vasitəsilə Alisa hər bir foton üçün hansı tip ölçmənin düzgün aparıldığını bildirir. Bundan sonra nə vaxt ki Bob düzgün ölçmə aparmadıqda Alisa və Bob bütün halları ləğv edirlər. Əgər kvant kanalı ələ keçirilməyibsə qalan polarizasiya tipləri və məxfi informasiya və ya açar Alisa və Bob arasında bölünür. Bu kvant kriptografiya sisteminin ilkin kvant ötürməsi adlanır.

Sonrakı mərhələdə informasiyanın ələ keçirilməsinin qiymətləndirilməsi aparılır. Bu proses Alisa və Bob tərəfindən bir birilərinə göndərilən təsadüfi məlumatların müqayisəsi və imtinası ilə həyata keçirilir. Əgər bu müqayisə hər hansı bir informasiya oğurluğunu təsdiq edərsə dərhal Alisa və Bob bütün informasiyadan imtina edirlər və yenidən ilkin kvant ötürməsini təkrarlayırlar. Əks halda əvvəlki polarizasiyanı saxlamaqla fotonları horizontal və ya  $45^0$ -li polarizasiyanı “0” ikilik kod sistemi ilə, vertikal və ya  $135^0$ -li polarizasiyaları isə “1” ikilik kod sistemi ilə qəbul edirlər. Burada qeyrimüəyyənlik prinsipinə əsasən Eva eyni fonda düzbucaqlı və diaqonal polarizasiyanı təyin edə bilmir. Hətta o hər hansı fonda ölçmə aparıb Boba göndərsə nəticədə səhvlər sayı çoxalacaq və bu Alisaya məlum olacaq. Nəticədə rabitə kanalında fotonun ələ keçirilməsi halı aşkarlanacaqdır (şəkil 3).

|                      |   |   |   |   |   |   |   |   |
|----------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Alice's bit          | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Alice's basis        | + | + | X | + | X | X | X | + |
| Alice's polarization | ↑ | → | ↖ | ↑ | ↖ | ↗ | ↗ | → |
| Bob's basis          | + | X | X | X | + | X | + | + |
| Bob's measurement    | ↑ | ↗ | ↖ | ↗ | → | ↗ | → | → |
| Public discussion    |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Shared Secret key    | 0 |   | 1 |   |   | 0 |   | 1 |



**Şəkil 3. Rabitə kanalında fotonun ələ keçirilməsi halının aşkarlanması**

Beləliklə, kvant kriptografiyasının yaranması ilkin olaraq fantastik bir fikir kimi səslənirdi. Lakin bu sahədə aparılan araşdırmalar və əldə olunan elmi nailiyyətlər bu sahənin inkişafına təkan verdi.

**Nəticə.** Müasir dövrümüzdə informasiyanın qorunmasına xüsusi önəm verilən sahələrdə, yəni hərbidə, bank sektorunda, diplomatik və dövlət əhəmiyyətli xüsusi məlumatların qorunmasında kvant kriptografiya sistemindən istifadə edilməsi məqsədə uyğundur. Çox sərmayə tələb etməsinə baxmayaraq klassik kriptografiya sistemindən fərqli olaraq göstərdiyimiz protokolların tətbiqi daha dayanıqlı və təhlükəsizdir.

**Tədqiqat işinin yeniliyi.** Müasir zamanda xüsusi məlumatların qorunmasında kvant açar paylanması təhlükəsizliyi kvant mexanikasının qanunlarının pozulmamasına və protokolların daha dayanıqlı informasiya mübadiləsi aparmasına əsaslanır.

**Tədqiqat işinin tətbiqi əhəmiyyəti.** İstifadəçilər arasında rabitə seansının tamlığı təmin olunmaqla məxfi məlumatın ötürülməsi zamanı simmetrik kriptosistemdə iki istifadəçi arasında ümumi gizli açarla rabitə kanalında daha təhlükəsiz formada ötürməlidirlərin həyata keçirilməsi mümkündür.

**Tədqiqat işinin iqtisadi səmərəsi.** Bu iş iqtisadi cəhətdən səmərəli hesab olunur, lakin hasabat işi aparılmamışdır.

## ƏDƏBİYYAT

1. Acin A., Gisin N., and Scarani V. Coherent-pulse implementations of quantum cryptography protocols resistant to photon-number-splitting attacks // Phys. Rev. A #2004. # Vol. 69, 012309.
2. R.J.Hughes et al., Lecture Notes in Computer Science 1109, 329 (1996).
3. R.J.Hughes et al., "Practical quantum key distribution over a 48-km optical fiber network", Los Alamos report LA-UR-99-1593 (1999), submitted to Journal of Modern Optics. (quant-ph/9904038).
4. Холево, А.С. Введение в квантовую теорию информация. - М. МЦНМО, 2002

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КВАНТОВЫХ КЛЮЧЕЙ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ПРОТОКОЛОВ****Агабабаев Р.Р., Биннатов Э.М.****РЕЗЮМЕ**

В статье рассматриваются общие принципы использования квантовой криптографической системы для защиты копкретных данных, а также предложены способы подключения конфиденцального ключа, который отправляет и получает информацию.

**Ключевые слова:** квантовая криптография, криптографические ключи, распределение квантовых коммутаторов, обмен информацией, типы поляризации, конфиденцальная информация.

**DISTRIBUTION OF KVANT KEYS AND RESEARCH PROTOCOLS****Aghababayev R.R., Binnatov E.M.****SUMMARY**

The article considers the general principles of using a quantum cryptography system for the specific data, and the methods of connecting the confidential key that sends and receives the information has been proposed.

**Key words:** quatum cryptography, cryptographic keys, quatum switch distribution, information exchange, types of polarization, confidential information.

Redaksiyaya daxilolma 15.05.2024

Çapa qəbul olunma 12.12.2024





UOT 004.01

<https://doi.org/10.30546/678209.2025.01.016>

## İNFORMASIYA MƏDƏNİYYƏTİ: MAHIYYƏTİ, FORMALAŞDIRILMASI PROBLEMLƏRİ VƏ HƏLLİ YOLLARI

<sup>1</sup>İsrafilova Limon Abbas qızı, <sup>2</sup>Məmmədova Arzu Natiq qızı

Azərbaycan Texnologiya Universiteti  
Gəncə ş. Ş.İ.Xətai, 103.

<sup>1</sup>[a.mammadova@uteca.edu.az](mailto:a.mammadova@uteca.edu.az); <sup>2</sup>[l.isrefilova@uteca.edu.az](mailto:l.isrefilova@uteca.edu.az)

**Xülasə.** Bəşəriyyət informasiyanın strateji resurs kimi qəbul olunduğu yeni sivilizasiya mərhələsinə qədəm qoyur. İnformasiya cəmiyyəti adlanan bu yeni mərhələdə insanların öz həyatı ehtiyaclarını ödəmələri üçün tələb edilən şərtlər də əhəmiyyətli dərəcədə dəyişir. Bu yeni cəmiyyətdə insanların özlərinə layiqli yer tuta bilməsi üçün tələb edilən ən vacib şərtlərdən biri onların yüksək informasiya mədəniyyətinə malik olmalarıdır.

**Açar sözlər:** informasiya mədəniyyəti, informasiya texnologiyası, informasiya resursları, kommunikasiya.

**Giriş.** İnformasiya mədəniyyəti insanın ümumi mədəniyyətinin bir hissəsidir. Eyni zamanda, ümumi mədəniyyətin digər komponentlərinin formalaşması müəyyən dərəcədə informasiya mədəniyyətinin səviyyəsindən asılı olduğunu söyləmək olar. Məsələn, insanın süfrə mədəniyyəti, ilk növbədə, onun süfrə, süfrədəki davranış qaydaları barədə təsəvvürlərinin hansı səviyyədə olması ilə bağlıdır. Bu təsəvvürlərin formalaşması isə insanın nə dərəcədə informasiyalı olmasından asılıdır. Yüksək informasiya mədəniyyəti insana istənilən növ informasiya ilə işləmək, həm gündəlik həyatında, həm də peşəkar fəaliyyətində bu informasiyadan səmərəli istifadə etmək imkanı verir. İnformasiya mədəniyyətinin tərkibinə aşağıdakılar daxildir:

- informasiya tələbatını müəyyənləşdirmək bacarığı [1];
- müxtəlif mənbələrdən informasiyanın axtarılıb tapılması;
- informasiyaların arasından əsas və ikinci dərəcəli informasiyaların seçilməsi;
- toplanmış informasiyanı strukturlaşdırmaq, sistemləşdirmək, ümumiləşdirmək və

emal edərək yeni informasiya yaratmaq bacarığı;

- informasiya ilə işləyərkən onun məxfiliyinin qorunması, tamlığının, əlyetərliliyinin təmin olunması, hüquqi və etik normalara əməl olunması;

- əldə edilən informasiyadan öz fəaliyyətində istifadə etmək bacarığı;
- informasiyanı aydın şəkildə təqdim etmək bacarığı;
- informasiya ilə məqsədyönlü şəkildə işləmək üçün müasir informasiya

texnologiyalarının imkanları barədə bilgilərə malik olmaq və ondan istifadə etmək.

Deyilənləri ümumiləşdirərək belə nəticəyə gəlmək olar ki, informasiya mədəniyyəti – informasiya tələbatını müəyyənləşdirərək lazımi informasiyanın axtarılıb tapılması, qəbulu, saxlanması, emal olunması, təhlili, təqdim olunması üçün müasir informasiya-kommunikasiya texnologiyalarından yüksək səviyyədə istifadə etmək bacarığı, eyni zamanda informasiya ilə işləyərkən onun tamlığının, əlyetərliliyinin təmin edilməsi, məxfiliyinin qorunması, hüquqi və etik normalara əməl olunmasıdır.

**Materiallar və müzakirələr.** İnformasiya mədəniyyəti kompüter əsrinin məhsulu deyil, insanın yaradılışından başlayaraq həmişə onu müşayiət edib. Bəşəriyyət tarixinin ilk dövrlərində informasiya vasitələri çox sadə olduğu kimi, şəxsiyyətin informasiya mədəniyyətinin strukturu da çox bəsit idi.



Yeni texniki vasitələr, informasiya resursları insanların informasiya tələbatının ödənməsi baxımından geniş imkanlar yaratmaqla yanaşı, onların həyat tərzinə də təsir göstərir. Məsələn, hamıya məlumdur ki, mədəni istirahət, həmçinin informasiya əldə etmək üçün kitabxanalara, muzeylərə, kino və teatrlara, sərgilərə gedən insanların sayı xeyli azalıb. Bu, informasiya mənbələrinin və vasitələrinin – qəzet və jurnalların, televiziya və radio kanallarının, audio-video materialların, rəqəmli informasiya daşıyıcılarının, telefon, kompüter və İnternetin yaratdığı informasiya bolluğu ilə əlaqədardır. İnsanlar informasiyadan həddən çox “doyduqları” üçün informasiyanın az olduğu yerlərdə istirahət etməyə üstünlük verirlər.

**Tədqiqat metodu.** Müasir informasiya-kommunikasiya texnologiyalarının yaratdığı yeni informasiya mühitində insanlar bir sıra problemlərlə qarşılaşır. Günbəgün artan müxtəlif informasiya axınlarının insanın və cəmiyyətin fəaliyyətində yaratdığı olduqca mürəkkəb problemlərdən biri də ondan ibarətdir ki, müasir informasiya-axtarış sistemlərinin təqdim etdiyi böyük həcmdə müxtəlif informasiyaları istifadəçilərin əksər hissəsi müstəqil şəkildə qavramaq iqtidarında deyil. Məlum olduğu kimi, əldə edilən informasiya massivləri artıqlıq yaradır və tərəddüdlərə səbəb olur. İnformativlik baxımından, dublikatları, həqiqiliyi və informasiyanın mötəbərliyini müəyyən etmək lazım gəlir. Informasiya ekologiyasının predmeti insanın informasiya mühiti ilə qarşılıqlı əlaqəsinin öyrənilməsidir. Bu elm sahəsinin tədqiq etdiyi əsas problemlər aşağıdakılardır [2]:

- Informasiya məkanının həddən çox yüklənməsi;
- Qərar qəbul etmək üçün yararlı olan informasiya resurslarının azlığı ( çatışmazlığı);
- Etibarlı informasiyanın axtarışına çox vaxt sərf edilməsi;

İnformasiya mənbələrinin artması insanların davranışına, psixologiyasına, sağlamlığına zərər vurur. Informasiya artıqlığı, informasiya ilə həddindən çox yüklənmə insanlarda stress vəziyyətinin yaranmasına gətirib çıxardır. Belə bir vəziyyətdə isə insan təfəkküründə “informasiya yorğunluğu sindromu” adlanan pozğunluq və xəstəlik yaranır [3].

Mütəxəssislərin fikrincə, internet istifadəçiləri, xüsusən də, zəif xarakterli insanlar arasında eskapizm (real həyatdakı problemlərdən və çətinliklərdən qaçaraq xəyallara qapılmaq) meylləri hiss olunur. İnsan real gerçəkliklə virtual məkan arasında qalır. Uzun müddət İnternetdə - informasiya labirintində ilişib qalmaq “İnternetdən asılılıq sindromu”nun yaranmasına gətirib çıxarır və bu öz hərəkətləri üzərində nəzarətin itirilməsi, vaxtın çox hissəsinin kompüter arxasında, internetdə keçirməklə xarakterizə olunur. Mütəxəssislər bu halı “kompüter narkomaniyası” və ya “İnternet- narkomaniya” adlandırırlar. Bunun psixoloji nəticəsi isə sosial izolyasiyaya (digər insanlarla ünsiyyətdən qismən və ya tamamilə imtina etmək, dostluq əlaqələrinin kəsilməsi, emosional reaksiyaların zəifləməsi, maraq dairəsinin azalması və s.), iş yerinin itirilməsinə, ailədə ciddi problemlərin yaranmasına səbəb olur.

Əvvəllər savadlılığın minimum səviyyəsi yazmağı, oxumağı və saymağı bacarmaq hesab olunduğundan, məktəbdə şagirdlərə sərbəst mövzular üzrə inşa yazmaq, şəkil çəkmək, hansısa əsəri oxuyub danışmaq, hesab əməliyyatları aparmaq kimi vərdişlərin aşılınması informasiya mədəniyyətinin formalaşdırılması üçün kifayət idi. Kompüterlərin meydana gəlməsi ilə bunların sırasına yenisi əlavə olundu – kompüter savadlılığı. Çünki kompüter informasiyanın toplanması, təhlil edilməsi, sistemləşdirilməsi, emalı, yeni informasiyanın yaradılması və təqdim edilməsi üçün daha əlverişli vasitədir. Yeni kommunikasiya vasitəsi olan İnternetin yaranması və inkişafı ilə əlaqədar savadlılığı müəyyən edən göstəricilərin siyahısı daha da genişləndi [4]. İqtisadiyyat, mədəniyyət, elm və təhsil sahələrində geniş şəkildə tətbiq olunan İnternet, bu gün insanlara müxtəlif informasiya xidmətləri təklif edən global bir informasiya məkanına çevrilmişdir və bu məkanda sərbəst fəaliyyət göstərmək üçün



insandan müəyyən bacarıqlar tələb olunur. Ona görə də, şagirdlərdə axtarış sistemlərindən istifadə edərək lazımi informasiyanı axtarib tapmaq, təhlil etmək, ondan istifadə etmək, həmçinin İnternetdə hipermətn tipli sənədlər yaratmaq kimi yeni növ oxuma və yazma vərdişlərini inkişaf etdirmək lazımdır. İnsanlara kütləvi şəkildə bu vərdişlərin aşılması üçün məktəb yaşlarından onlara Web-səhifələrin yaradılması texnologiyası, dizaynın əsasları, hipermətn sənədlərinin hazırlanması qaydalarının tədrisi zəruriyyəti ortaya çıxır.

Hazırda informasiya mədəniyyətinin formalaşdırılması məsələsi bütün dünya üçün aktualdır. Ona görə də bu məsələ müvafiq beynəlxalq təşkilatların diqqət mərkəzindədir.

Belə ki, YUNESKO-nun təşəbbüsü ilə 2003-cü ildə “İnformasiya savadının artırılması” haqqında Praqa Bəyannaməsi qəbul olunmuşdur.

2005-ci ildə Tunisdə, qlobal informasiya cəmiyyətinin problemlərinə həsr olunmuş beynəlxalq sammitdə müzakirə edilən əsas problemlərdən biri də rəqəmsal fərqlilik, yaxud informasiya fərqliliyi olmuşdur. İnformasiya fərqliliyi probleminin mahiyyəti yalnız informasiya texnologiyaları ilə təminat və informasiyaya çıxış imkanları ilə məhdudlaşmış, eyni zamanda, şəxsiyyətin informasiya mədəniyyəti ilə sıx bağlıdır.

2006-cı ilin noyabrında Moskvada keçirilən “Şəxsiyyətin informasiya mədəniyyəti: informasiya cəmiyyətinin çağırışları” adlı beynəlxalq konfransda da müvafiq sahədə aktual və xüsusi əhəmiyyət kəsb edən problemlər müzakirə edilmişdir. Bu konfransda çıxış edən REA İnformatika Problemləri İnstitutunun professoru K.K.Kolinin fikrincə, informasiya mədəniyyəti ölkənin inkişafı, rəqabət qabiliyyəti və dünya ictimaiyyətindəki yeri naminə milli və ümumdünya informasiya resurslarından istifadə sahəsində cəmiyyətin imkanlarını müəyyən edir. Ona görə də, informasiya mədəniyyəti milli təhlükəsizliyi təmin edən vacib faktorlardan biri hesab olunmalıdır [5].

**Nəticə.** Biliklərə əsaslanan informasiya cəmiyyətində əhalinin bütün təbəqələri yüksək informasiya mədəniyyətinə malik olmalıdırlar ki, elmi-texniki tərəqqinin nailiyyətləri ilə yaxından tanış olsunlar və öz praktiki fəaliyyətlərində bundan istifadə edə bilsinlər. Bunları nəzərə alaraq, informasiya mədəniyyətinin formalaşdırılması problemləri bu gün artıq bir sıra ölkələrin pedaqoji ictimaiyyəti tərəfindən əsaslı şəkildə araşdırılır, tədqiqatların nəticəsində şəxsiyyətin informasiya mədəniyyətinin formalaşdırılması konsepsiyası təklif olunmuşdur.

İnformasiya mədəniyyətinin formalaşdırılması zamanı həmçinin onun etik aspektlərinə diqqət yetirilməsi çox vacibdir. Qlobal informasiya məkanı insanlarda yeni davranış stereotiplərinin meydana çıxmasına səbəb olur. Eyni zamanda, müxtəlif informasiya xidmətləri təklif edilməsi, məsələn, malların və xidmətlərin ödənişinin elektron formada aparılması, elektron poçtdan, verilənlər bazası və informasiya banklarından müstəqil istifadə və s. informasiya cinayətkarlığına şərait yaradır [6]. Həmçinin insanların, eləcə də müxtəlif qurumların fəaliyyəti cəmiyyət üçün daha şəffaf və açıq olur. Belə şəraitdə bəzi insanların bundan başqalarına zərər vermək məqsədilə istifadə etməsi təhlükəsi yaranır. Bu problemin həllinin heç bir texniki və hüquqi normalarla tənzimlənməsi mümkün olmadığından, burada ancaq etik normalar gözlənməlidir. Ona görə də, təhsil sistemi insanları kiçik yaşlarından başlayaraq informasiya cəmiyyətinə hazırlamalı – onlarda informasiya mədəniyyətini, informasiya etikasını formalaşdırmalıdır.

**Mövzunun aktuallığı.** Müasir cəmiyyətdə insanların özlərinə münasib layiqli yer tuta bilməsi üçün ən vacib şərtlərdən biri onların yüksək informasiya mədəniyyətinə malik olmasıdır.

**Tədqiqatın məqsədi.** Yüksək informasiya mədəniyyəti insana istənilən növ informasiyaları aşılamaq, gündəlik həyatında, peşəkar fəaliyyətində informasiyalardan





yararlanmaq mühüm əhəmiyyət kəsb etməsidir.

**Tədqiqat obyektı.** Yeni texniki vasitələr, informasiya resursları, televiziya və radio kanallarının, audio-video materialların, rəqəmli informasiya daşıyıcıları, kompüter və internetdə informasiya emal qurğuları.

**Tədqiqat işinin yeniliyi.** İnformasiya mədəniyyətinin formalaşdırılması, etik aspektlərə diqqətin qabardılması, qlobal informasiya məkanında yeni davranış stereotiplərinin tədqiqatı nəzərdə tutulur.

**Tədqiqat işinin təbii əhəmiyyəti.** Təhsil sistemi insanları kiçik yaşlarından başlayaraq informasiya cəmiyyətinə hazırlaması, onlarda informasiya mədəniyyətini, informasiya etikasını formalaşdırması məqsədini güdür.

### ƏDƏBİYYAT

1. Медиа образование -Информационная культура. <http://www.mediaedu.ru>.
2. Шапцев, В.А., Информационная экология человека. Постановка проблемы // Математические структуры и моделирование. - 1999, вып.3. - С.125-133.
3. Жилкин, В.В. Информационная культура как фактор формирования педагогического мастерства. <http://v-zhilkin.narod.ru/articles/1.html>
4. Мизинцева, М.Ф., Королева, Л.М., Бондарь, В.В. Информационная экология и вопросы теории и практики развития информационного общества // Технологии информационного общества - Интернет и современное общество: Материалы Всерос. объединенной конф. Санкт-Петербург, 20–24 нояб. 2000 г. СПб., 2000. 292 с.
5. Колин, К.К. Новая информационная культура общества как глобальная проблема. [http://confifap.cpic.ru/upload/2006/reports/tezis\\_694.doc](http://confifap.cpic.ru/upload/2006/reports/tezis_694.doc).
6. Юсупов, Р., Заболотский, В.П. Глобальное информационное пространство: этика и безопасность //Технологии информационного общества – Интернет и современное общество. –СПб.: Изд-во СПб. Ун-та, 2003. –С.141-146.

### ИНФОРМАЦИОННАЯ КУЛЬТУРА: ЕЕ СУТЬ И ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ

Исрафилова Л.А., Мамедова А.Н.

#### РЕЗЮМЕ

В статье характеризуется суть информационной культуры и исследуются проблемы ее формирования.

Дополнительно характеризуются новые возможности, созданные современными информационно-коммуникационными технологиями при решении этой проблемы. В статье проанализированы новые требования к информационной культуре в условиях ИО и показаны пути их формирования

**Ключевые слова:** информационная культура, информационные технологии, информационные ресурсы, коммуникация.

### INFORMATIONAL CULTURE: PROBLEMS AND FORMATION OF FORMATION

Israfilova L.A., Mamedova A.N.

#### SUMMARY

The essence of information culture is characterized and problems its formation are investigated in the article. New opportunities created by modern information-communication technologies for solution of these problems are characterized. New requirements for information culture in information society and the ways of their formation are presented.



**Keywords:** informational culture, information technologies, information resources, communication.

Redaksiyaya daxilolma 15.05.2024

Çapa qəbul olunma 12.12.2024





UOT 535.8

<https://doi.org/10.30546/678209.2025.01.019>

## OLRX ÖTÜRÜCÜLÜK XARAKTERİSTİKASINA NƏZƏRƏN OPTİK İNFORMASIYA VERİLİŞ SİSTEMLƏRİNİN EFFEKTİVLİYİNİN TƏDQIQI

Məmmədov İsrail Mehdi oğlu

Azərbaycan Texnologiya Universiteti

[ihuseyinli@mail.ru](mailto:ihuseyinli@mail.ru)

**Xülasə.** Məqalə Optik lifli rabitə xətlərinin ötürücülük xarakteristikasına nəzərən optik veriliş sistemlərinin effektivliyinin yüksəldilməsinə həsr olunaraq optik lifli veriliş sistemlərinin informasiya, tezlik və energetik effektivliyi tədqiq olunmuşdur. Veriliş sistemlərinin effekti işləməsi əsasən bu üç parametrdən asılıdır. Bu parametrlərdən istifadə etməklə sistemin digər parametrlərinə təyin etmək mümkün olur. Optik lifli veriliş sistemləri (OLVS) elə bir sistemdir ki, bu sistemlərdə informasiya optik dielektrik dalğadaşıyıcı (optik lif) vasitəsi ilə həyata keçirilir.

Optik lifli veriliş sistem texnologiyası, optik lifin xüsusi texnologiyası məsələsi ilə yanaşı, digər yüksək dərəcəli məsələləri də özündə birləşdirir. Beləki, ötürülən elektrik siqnallarını formalaşdıran avadanlıqlar və onların standartları, ötürmə protokolları, həmçinin rabitə şəbəkələrinin topologiya məsələlərini və şəbəkələrin qurulmasındakı ümumi məsələləri də həll edir. OLVS siqnallar əksərən rəqəm formasında olur. Beləliklə, OLVS mahiyyətə müxtəlif formalı rəqəm veriliş sistemi (RVS) adlanır və ötürücü mühit kimi optik liflərdən istifadə edilir. OLVS informasiya rəqəm formasında ötürüldüyündən, mis kabellərlə ötürülməyə nisbətən xeyli üstünlüklərə malikdirlər. Buna görə də, informasiya şəbəkələrində optik liflərdən istifadə geniş vüsət tapmışdır. OLVS-nin üsyünlükləri: geniş buraxma qabiliyyətinə malik olması. Optik lifli veriliş sistemlərinin geniş buraxma qabiliyyətinə malik olması onun son dərəcə yüksək daşıyıcı tezliyə  $10^{14}$  Hz malik olması səbəbindən irəli gəlir. Bu isə rəqəm selinin saniyədə bir neçə terabit sürətlə bir liflə ötürülməsini təmin edir;

İnformasiyanın optik kabellə yüksək sürətlə ötürülməsi, onun mis kabellərə və ya digər ötürücü mühitə nisbətən ən böyük üstünlüyüdür. Işıq siqnalına qarşı ən az sönməyə malik olması hal - hazırda buraxılan optik kabellərin sönmə əmsalı 1,55 mkm dalğa uzunluğunda 0,2-0,3 dB/km-dir. Siqnalın kiçik sönməsi və cuzi dispersiyası, rabitə xətti sahəsinin uzunluğunu regeneratorsuz 100 km və daha çox məsafəyə quraşdırılması mümkündür;

Küyun səviyyəsinin aşağı olması və yüksək maneəyə davamlı olması. Liflər dielektrik materialdan hazırlandığından onlar, ətrafdakı mis kabellərlə işləyən elektrik avadanlıqlarının və atmosferin (yüksək gərginlikli elektrik xətləri, ildırım boşalmaları və s.) yaratdığı elektromaqnit maneələrinin təsirinə məruz qalmırlar. Həmçinin çoxlifli kabellərdə bu göstərilən təsirlərə məruz qalmırlar;

Kiçik çəkiyə və həcmə malik olması. Optik lifli kabellər (OLK), mis kabellərlə müqayisədə eyni buraxma qabiliyyətinə görə hesabatla nəzərən az çəkiyə və həcmə malikdirlər. Məsələn, diametri 7,5 sm və 900 cütü kabeli çoxlu sayda mühafizə örtüklərini və zirehlərini də nəzərə almaqla, diametri 1,5 sm olan iki lifli OLK əvəz etmək olar;

İcazəsiz qoşulmalara qarşı yüksək mühafizə qabiliyyətinə malik olması. OLK praktiki olaraq radi diapazonda yayılır. Buna görə də onunla ötürülən informasiya veriliş-qəbul prosesini pozmadan qulaq asmaq mümkün deyildir. Lifin yüksək həssaslıq xüsusiyyətindən istifadə etməklə, lifin bütövlüyünün fasiləsiz monitoring sistemi imkan verir ki, dərhal rabitə



kanalını qıraraq həyacan siqnalı qoşmaq mümkündür;

Şəbəkə elementləri ilə siqnalın verilişində elektrik dövrləri arasında elelektrik kontaktının olmaması (qalvanik əlaqə). Optik lifin bu üstünlüyü izolyasiya xüsusiyyətinə (elektriki keçirməmək) malik olması ilə bağlıdır;

Partlayışa və yanğınadavamlı olması. Optik liflərdə qılgılcım yaranmadığından, yüksək riskli texnoloji proseslərə xidmət zamanı kimya və neft emaledən müəsisələrində optik şəbəkələrin təhlükəsizliyi artır.

İqtisadi cəhətdən əlverişli olması. Liflər əsas geniş yayılmış silisium oksiddən ibarət olan kvars şüşədən hazırlandığından, onun qiyməti mis kabellərlə müqayisədə çox ucuzdur. İndiki dövrdə liflərin dəyəri mis kabellərə nisbəti 2:5-dir. Bundan başqa OLK siqnalı regeneratorsuz daha böyük məsafələrə ötürə bilirlər. OLK tətbiqi ilə bütün xətt boyunca istifadə edilən regeneratörün sayı az olduğundan, əsaslı və istismar xərcləri də nisbətən az olur;

İstismar müddətinin çox olması. Müasir liflər zaman-zaman geriləmə (xarab olma) prosesini yaşayır. Yəni quraşdırılmış kabelin sönməsi tədricən artır. Buna baxmayaraq istehsal olunan müasir texnologiyaların təkmilləşdirilməsi bu prosesi ləngitdi və OLK istismar müddətini təqribən 25 ilə qədər çoxaltdı. Bu müddətdə isə avadanlıqların nəslini bir neçə dəfə dəyişmək olardı.

İnformasiyanın ötürülməsinin başqa üsullarından fərqli olaraq onun çoxlu sayda üstünlüklərin olmasına baxmayaraq, OLVS-in çatışmazlıqları da mövcuddur. LRX-nin ötürücülük xarakteristikası nəzərə alınmaqla, optik informasiya veriliş sistemlərinin effektiv işləməsinə baxılır. Şəkil 1- də OİVS-nin effektiv işləmə göstəriciləri verilmişdir. Sxemdən göründüyü kimi OİVS-nin effektiv işləməsi, 3 əsas göstəricilərdən ibarətdir:

1.OLVS-də informasiya effektivliyi  $\eta_{u3}(\lambda_i)$  ;

2.OLVS-nin tezlik effektivliyi  $\eta_{u3}(\lambda_i)$  ;

3.OLVS-nin energetik effektivliyi  $\eta_{33}(\lambda_i)$  .

OİVS-nin effektivliyi nəzərə alınmaqla OVM, OQM və OLK-dən [1-4, 7] istifadə ilə qurulan OLVS- in effektivliyinin müxtəlif göstəricilərini təyin etmək mümkündür:

1. İnformasiya effektivliyi-optoelektron kanalın parametrlərindən istifadə ilə, OLVS – nin buraxma qabiliyyətindən effektiv istifadə olunması ilə xarakterizə olunur:

$$\eta_{u3}(\lambda_i) = [V_b / C_{\max}(\lambda_i)] \leq 1, \quad V_b \leq C_{\max}(\lambda_i) \quad (1)$$

burada ən vacib olan göstəricilər - optik siqnalın verilişindəki bit sürəti  $V_b$  və dispersiyanın optik siqnalın bit sürətinə təsiridir və aşağıdakı iimi ifadə olunur:

$$V_b = (1 / \Delta T) = (D \cdot L \cdot \Delta \lambda)^{-1}, \quad (2)$$

burada  $\Delta T$  – optik siqnalın verilişindəki ləngimənin orta vaxtıdır;  $D$  – dispersiya parametridir, başqa sözlə OLRX –nin ötürücülük xarakteristikasıdır və belə təyin edilir  $D = D_{xp}(\lambda_i, L)$  .

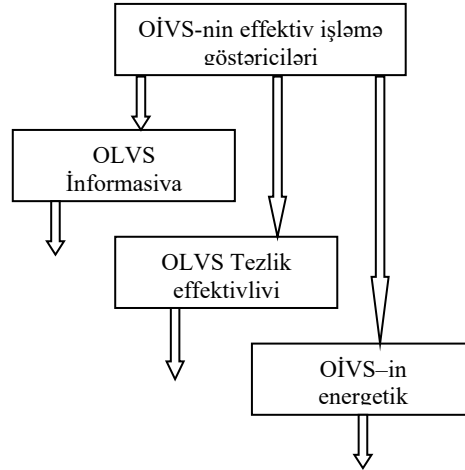
Optik mənbə üçün  $-\Delta \lambda$  spektral en ilə effektiv dispersiya parametri  $D_{xp}(\lambda_i, L)$  aşağıdakı kimi ifadə olunur:

$$D_{xp}(\lambda_i, L) = S \cdot \Delta \lambda = \left[ \frac{2\pi \cdot C_{\max}}{\lambda_i^2} \right]^2 \cdot \Delta \lambda, \quad (3)$$

(3) nəzərən verilişin bit sürəti  $V_b$  üçün məhdudiyyət alınır bu isə aşağıdakı ifadə olunur:



$$V_b \leq \frac{S}{L} \cdot \Delta \lambda^2, \quad (4)$$



**Şəkil 1. OLVS-nin effektiv fəaliyyətinin göstəriciləri.**

(4) ifadəsindən aydın olur ki, verilişdə bit sürəti  $V_b$  OLRX-nin ötürücülük xarakteristikası  $S u \Delta \lambda$  ilə düz mütənasıbdır. Burada  $S$  OLVS-nin həssaslığıdır.

2. Tezlik effektivliyi - OLVS-nin buraxma zolağından effektiv istifadə edilməsi ilə xarakterizə olunur:

$$\eta_{\eta_3}(\lambda_i) = [V_b / \Delta F(\lambda_i)] \leq 1, \quad (5)$$

OLRX-in ötürücülük xarakteristikasını  $NA, n_1$  və  $L$  nəzərə almaqla OLVS-nin buraxma zolağından  $\Delta F(\lambda_i)$  effektiv istifadə aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$\Delta F(\lambda_i) = [L \cdot \frac{(NA)^2}{2n_1 \cdot C_{\max}}]^{-1}, \quad (6)$$

(6) ifadəsi ilə dispersiyadan asılı olaraq OLVS-nin buraxma zolağından effektiv istifadə olunması təyin edilir.

Beləliklə buraxma zolağının effektiv istifadəsi, optik informasiya verilişinin həm maksimal sürətini, həm də siqnalın ötürülmə məsafəsini mədudlaşdırır.

Yuxarıda göstərilən məsələnin həlli üçün yeni yanaşma təklif olunur belə ki, bu yanaşma regenerasiya bölməsinin çıxışındakı xromatik dispersiyanın təsiri ilə siqnal/küy əlaqə qiymətinin hesablanması mümkün olur.

3. OİVS-in energetik effektivliyi  $\eta_{\eta_3}(\lambda_i)$  - OLVS gücündən səmərəli istifadə olunması ilə xarakterizə olunur və aşağıdakı kimi qiymətləndirilir:

$$\eta_{\eta_3}(\lambda_i) = [V_b / OSNR(\lambda_i)], \quad (7)$$

Xromatik dispersiyaya nəzərən  $T_{xp}(\lambda_i)$ , siqnal/küy nisbəti  $OSNR(\lambda_i)$  aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$OSNR(\lambda_i) = [L \cdot T_{xp}(\lambda_i) \cdot \eta_{\eta_3}(\lambda_i)]^{-1}, \quad (8)$$

Optik informasiyanın veriliş effektivliyi müxtəlif göstəricilər nəzərə alınmaqla aşağıdakı kimi göstərilə bilər:

$$E_{\eta_2} = E\{ \min[P_{se}, C_a] \}, \quad (9)$$

$P_{se}$  – qəbulda optik siqnalın bitlərin səhvlilik ehtimalıdır,  $C_a$  – OLRX-nin aparat və



proqram təminatının dəyəridir və  $C_a = f[V_b, L_p(\lambda_i), \Delta\lambda]$  bərabərdir.

Axırıncı ifadədən aydın olur ki, OLVS-nin effektivliyi, kanalların spektrinə görə bölünməsi ilə lifli optik veriliş sisteminin regenerasiya bölməsinin uzunluğunun qiymətinə təsir göstərirdiyindən onun təyinedilməsi aktual məsələlərdən hesab edilir və belə təyin edilir:

$$L_p(\lambda_i) = 0,5[V_b \cdot T_{xp}(\lambda_i) \cdot \Delta\lambda]^{-1}, \quad (10)$$

burada  $\Delta\lambda$  – rəqəm signalın şüalanma mənbəyinin spektrinin enidir və belə təyin olunur:

$$\Delta\lambda = \frac{\lambda_i^2}{C_{\max}} \cdot \xi^{-1} \cdot V_b, \quad \text{HM} \quad (11)$$

burada  $\xi$  – əmsaldır, NRZ (sıfır qayıtmayan kod) kodu üçün «1» və RZ (sıfır qayıdan kod) kodu üçün 0,5 bərabərdir. Burada HM - nm kimi oxunmalıdır.

(11) ifadəsi ilə OLVS-nin xromatik dispersiyası nəzərə alınmaqla regenerasiya bölməsinin uzunluğu təyin edilir. (10) əsasında aşağıdakılar təyin olunur:

$\lambda_i = 1,55 \text{ mk m}$ ,  $T_{xp} = (T_{xp}(\lambda_i) = (2, \dots, 5, 6) \text{ nc / km} \cdot \text{HM}$ ,  $\Delta\lambda = 0,1 \text{ HM}$ ,  $L_p(\lambda_i) = 358,80 \text{ km}$  olduqda  $V_b = 2488,32 \text{ Mbit/s}$ , olur. Burada  $\text{nc/km.HM}$  - ps/km.nm və HM- nm kimi oxunmalıdır.

Signalın regenerasiyası, optik sahənin elektrik sahəsinə keçidi ilə bağlıdır, onda regenerasiya bölməsinin son hədd uzunluğunun və ya qəbulda səhvlik əmsalının qiymətləndirilməsində optik və elektrik sahələrində signal /küy nisbəti arasında müəyyən asılılıq yaratmaq lazımdır.

Nəzərə alsaq ki,  $OSNR_{i, \text{opt}}(\lambda, L_i, D)$  üçün OLRX xarakteristikasının optimallaşdırılması məsələsi qoyulur, bu zaman məsələ belə təyin olunur [3, 4]:

$$OSNR_{i, \text{opt}}(\lambda, L_i, D) \rightarrow \max, \quad \sum_{i=1}^n L_i = L_p \quad G_i(\lambda) \leq G_{\max}(\lambda) \quad (12)$$

rəqəm üsulu (0 və 1) ilə verilişini nəzərə almaqla signal/küy nisbətini belə ifadə etmək olar:

$$OSNR(\lambda, L_p) = 10 \lg \left[ \frac{2\sigma^2}{n^2(\lambda, t)} \right], \quad (16)$$

burada  $\sigma^2$  – optik signalın 0 və 1 –in verilişində ortakvadratik kənarlaşmalarıdır. (14) ifadəsini nəzərə almaqla OLVS-nin regenerasiya bölməsində itgi əmsalını təyin etmək olar:

$$K_n(\lambda, L_p) = 1 - (P_{ns} / \sigma^2) = 1 - (\Delta f / \Delta F), \quad (17)$$

burada  $P_{ns}$  – faydalı signalın güc itgisidir;  $\Delta f$  – optik süzgəc zolağıdır;  $L_p$  – regenerasiya bölməsinin uzunluğudur, km.

Aparılan analizlər göstərdi ki, bu yanaşmanın mahiyyəti ondan ibarətdir ki, hər bir optik rəqəm selinin (STM-n,  $n = 1, 4, 16, 64, 256$ ) sayı  $m$ -ə bərabər ola bilməklə,  $\lambda_1, \dots, \lambda_m$  dalğa uzunluğunda optik daşıyıcıya uyğun olaraq ötürülür.

WDM/DWDM texnologiyasının tətbiqi ilə rabitə sistemlərində OLVS-nin buraxma qabiliyyəti praktiki olaraq yüz dəfələrlə çoxalır, yəni,  $V_b = (2, 5, \dots, 40) \text{ Qbit/s}$  olur. Veriliş sürəti  $V_b = (2, 5, \dots, 40) \text{ Qbit/s}$  olduqda təkmodlu optik liflərdə regenerasiya məsafəsinin təyin edilməsində əsas faktor, xromatik dispersiyadır. Bu halda dalğa uzunluğu  $\lambda_i = (1, 31, \dots, 1, 55) \text{ mkm}$  olmalıdır.

$$D_{xp}(\lambda_i, V_b) = \frac{S_{xd}}{4} \left( \lambda_i - \frac{\lambda_0^4}{\lambda_i^3} \right), \text{ ps/km} \cdot \text{nm}, \quad (18)$$

burada  $\lambda_0$  – dispersiyası sıfır olan dalğanın uzunluğudur.





Elektrik kanalında optik siqnalın qəbulu üçün, icazə verilən normasını, siqnal/küy nisbətinə və səhv ehtimalına nəzərən təyin edək, yəni  $P_{ou} = OSNR(\lambda_i, Q_{ou}, V_b)$ .

T-BEİ G.826 materiallarına uyğun olaraq elektrik kanalında səhvlik ehtimalının buraxıla bilən norması  $P_{ou} \leq 10^{-9}$  çox olmamalıdır. Bu isə  $Q_3$  faktoruna uyğun olaraq elektrik kanalı üçün 6,4 dB-ə bərabərdir. Nəzərə alsaq ki, elektrik kanalının gücü  $Q_{ou} = Q_3 \geq 6$  dB-dir onda  $P_{ou} = f[P_{ou}, P(\lambda_i), Q_{ou}]$  bərabərdir, burada  $P(\lambda_i)$   $\lambda_i = 1,31 \mu\text{m}$  dalğa uzunluğunda optik kanalın gücüdür və  $P(\lambda_i) \geq 0,22 \text{ nWt/Mbit/s}$  bərabərdir;  $Q_{ou}(\lambda_i)$  - optik rabitə kanalında bir amil olmaqla elektrik və ya optik kanalda siqnal/küy nisbətini xarakterizə edir və belə təyin edilir;

$$Q_{ou}(\lambda_i) = 20 \lg Q_3(\lambda_i), \text{ dB} \quad (19)$$

Analoji olaraq optik informasiya veriliş sisteminin digər göstəriciləri də təyin edilir. OLVS üçün OİVS –in əsas keyfiyyət göstəricisi səhvlik əmsalıdır  $Q_{ou}(\lambda_i)$  və ya BER-dir (Bit səhvlik nisbəti) və eksperimentlər yolu ilə belə təyin edilir:

$$Q_{ou}(\lambda_i) = N_{ou} / T_{uzm.} \cdot \Delta F_m(\lambda_i), \quad (20)$$

burada  $N_{ou} - T_{uzm.}$  ölçü vaxtında düzgün qəbul olunmayan bitlərin sayıdır;  $\Delta F_m(\lambda_i)$  – ölçü kanalı ilə ötürülən optik rəqəm siqnalın rəqəm ardıcılığının takt tezliyidir.

$\Delta F_m(\lambda_i) = 2488,06 \text{ Mbit/s}$ ,  $T_{uzm.} = 64,3 \text{ s}$ ,  $V_b = 622 \text{ Mbit/s}$ . olanda STM-16 üçün  $Q_{ou}(\lambda_i) = 10^{-10}$  olur. Analoji olaraq (2.61) əsasən STM-64 və STM-265 üçün də  $V_b = 2,50 \text{ Qbit/s}$  və  $V_b = 40 \text{ Qbit/s}$  olduqda  $Q_{ou}(\lambda_i)$  təyin etmək olar.

Beləliklə OLRX-nin ötürücülük xarakteristikası nəzərə alınmaqla OLVS-nin tədqiqi göstərdi ki, OLK-də qeyri xətlilik əmsalı OİVS-in göstəricilərinə xeyli dərəcədə təsir göstərir.

**Mövzunun aktuallığı.** Axırncı ifadədən aydın olur ki, OLVS-nin effektivliyi, kanalların spektrinə görə bölünməsi ilə lifli optik veriliş sisteminin regenerasiya bölməsinin uzunluğunun qiymətinə təsir göstərirdiyindən onun təyinedilməsi aktual məsələlərdən hesab edilir.

**Tədqiqatın məqsədi.** Optik lifli rabitə xətlərinin ötürücülük xarakteristikasına nəzərən optik veriliş sistemlərinin effektivliyinin yüksəldilməsidir.

**Tədqiqat obyekti.** Optik lifli veriliş sistemləri.

**Tədqiqat metodu.** Optik lifli veriliş sistemlərinin effektivliyin parametrlərini təyinedilməsi metodu.

Qoyulan məsələnin həlli üçün, gücləndirici sahənin uzunluğunu  $L_i$  və optik gücləndiricinin  $G_i(\lambda)$  gücləndirmə əmsalının qiymətini təyin etmək lazım gəlir. Bu isə OLRX-nin  $L_p$  məsafəsi üçün, qəbul modulunun girişində siqnal/küy nisbətinin  $OSNR(\lambda, L_p)$  maksimal qiymətini təmin edir. Bu halda, gücləndirmə əmsalının  $G$  maksimal qiymətinin məhdudlaşdırılması nəzərə alınmalıdır.

Əksər hallarda  $OSNR$  hesablamaları zamanı təqribi olaraq bu ifadədən istifadə olunur:  $OSNR(\lambda, L_p, D) = OSNR_{opt}(\lambda, L_p, D)$

Beləliklə OLRX-də kanalın regenerasiya bölməsinin çıxışında səhvlik ehtimalı ilə bağlı siqnal/küy münasibətinin bir neçə qiyməti təmin olunmalıdır :

$$P_{ou.onm}(K, \lambda, N) = \frac{1}{\sigma_u \sqrt{2\pi}} \cdot \exp\left(-\frac{(K - N)^2}{2\sigma_u^2}\right), \quad (13)$$

burada  $K$  – fotodedektorun yaratdığı yük daşıyıcı çütünün sayıdır;  $\sigma_u$  – küy dispersiyası haqda



məlumat;  $N$  – generasiya olunan daşıyıcı cütliyünün orta sayıdır və belə ifadə olunur:

$$N = \eta_{kb} \cdot (E_{np} / E_{\phi}), \quad (14)$$

burada  $\eta_{kb}$  – qarşılıqlı kvant effektivliyi olmaqla, fotonların sayına düşən fotodedektordan doğulan elektron-deşik cütlik sayının orta nisbətidir.

OLRX -nin regenerasiya bölməsinin çıxışı üçün, qəbulda  $N > 12\sigma_{uu}$  və  $\eta_{kb} \leq 1$  olması vacibdir, detektorun həddi isə  $N > 20$  olmalıdır.

### Materiallar və müzakirələr

Aparılan tədqiqatlar əsasında aydın olur ki, bu problemlərin həlli üçün iki üsul vardır: OLVS-də yüksək effektivliyə malik yeni növ OLK-dən və optik gücləndiricilərdən istifadə olunması üsulu [5, 6].

Bu yanaşma onunla bağlıdır ki, xüsusi xromatik dispersiyanın  $D_{xp}(\lambda_i)$  təsirindən optik signal impulsunun genişlənməsində, regenerasiya aralıq məsafəsinin hesablanması, onun əyilmə intensivliyinə yaxınlaşmasına əsaslanır və aşağıdakı ifadə ilə qiymətləndirilir:

$$D_{xp}(\lambda_i) = D_{xp} + S_{kd} \cdot (\lambda_n - \lambda_i), \quad (15)$$

burada  $S_{kd}$  – OLRX-in dispersiya xarakteristikasının maililik əmsalıdır ps/(nm<sup>2</sup>·km);  $D_{xp}$  – OLRX-in xromatik dispersiya əmsalının dəqiq qiymətidir (dalğa uzunluğunun  $\lambda_i = 1,55$  mkm qiyməti üçün).

Məsələn, əgər  $D_{xp} = 18$  ps/(nm·km),  $S_{kd} = 0,0677$  ps/(nm<sup>2</sup>·km) və  $\lambda_n = 1,56061$  mkm, olarsa onda  $D_{xp}(\lambda_i) = 18 + 0,0677(1,56061 - 1,550) = 18,72$  ps/(nm·km) olar.

**Nəticə.** Beləliklə OLRX-nin ötürücülük xarakteristikası nəzərə alınmaqla OLVS-nin tədqiqi göstərdi ki, OLK-də qeyri xətti əmsalı OİVS-in göstəricilərinə xeyli dərəcədə təsir göstərir. Yuxarıda göstərilən məsələnin həlli üçün yeni yanaşma təklif olunur belə ki, bu yanaşma regenerasiya bölməsinin çıxışındakı xromatik dispersiyanın təsiri ilə signal/küy əlaqə qiymətinin hesablanması mümkün olur. Optik şəbəkələrinin tədqiqatı nəticədə OİVS effektivlik göstəricilərinin hesablanması təklif edilmişdir. OVM, OQM və OLK-lərlə OLRX ötürücülük xarakteristikasını nəzərə alaraq, (münasibətlər) alınmışdır, regenerasiyanın sahəsinin ölçüsünün və veriliş sürətinin arasında analitik asılılığın nisbəti alınır.

**Tədqiqat işinin yeniliyi.** Müasir zamanda mis kabellər üzərindən veriliş sistemlərin təşkili dayandırıldığından əksər veriliş sistemləri optik kavellərin üzərindən həyata keçirilir.

**Tədqiqat işinin tətbiqi əhəmiyyəti.** Müasir zamanda mis kabellər üzərindən veriliş sistemlərin təşkili dayandırıldığından əksər veriliş sistemləri optik kavellərin üzərindən həyata keçirildiyindən bu işin əhəmiyyəti çox böyükdür.

**Tədqiqat işinin iqtisadi səmərəsi.** Bu iş səmərəli hesab olunur lakin, hasabat işi aparılmamışdır

### ƏDƏBİYYAT

- 1.Агравал, Г. Нелинейная волоконная оптика: Пер. с англ.-М.: Мир, 1996. – 323 с.
- 2.Гитин, В.Я., Кочановский, Л.Н. Волоконно-оптические системы передачи. Москва.: – 2003. – 128 с Радио и связь.
- 3.Андреев, В.А. и др. Направляющие системы электросвязи. – М.: Горячая линия – Телеком, 2010. – 464 с.
- 4.Ибрагимов, Б.Г., Мамедов, И.М. Исследование эффективности оптических транспортных сетей с использованием передающего и приемного оптоэлектронного модуля // Optoelectronics International – Power Technologies. № 1 (18), Винница. 2012.



c.122-128.

5.Ибрагимов, Б.Г., Мамедов, И.М., Исмаилова, С.Р. Исследование эффективности функционирования оптических телекоммуникационных сетей связи // Вестник компьютерных и информационных технологии, № 8, Москва, 2012. с.3- 5.

6.Ибрагимов, Б.Г., Мамедов, И.М. Исследование влияния нелинейных эффектов в системе передачи оптической информации в режиме управления дисперсией // Elmi Məsmuələr – Milli Aviasiya Akademiyası. №1, cild 13. Bakı, 2011. – с.73 - 76

7.Мамедов, И.М. Исследование эффективности передающих и приемных устройств в оптических системах передачи // Научные Вестия, № 13-14. Гэнджа. 2009. – с.27-29.

8.Меликов, Т.Г., Ибрагимов, Б.Г., Мамедов, И.М. Исследование и оценка показателей эффективности волоконно-оптических линий связи // Научные Вести, № 13-14, 2009. – с.17-24.

## ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ ОПТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ С УЧЕТОМ ПЕРЕДАТОЧНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОЛС

Мамедов И.М.

**Резюме:** Исследования показывают, что неэффективного использования полосы пропускания ограничивает как максимальная скорость передачи оптической информации, значение отношения сигнал/шум на выходе регенерационной секции при влиянии хроматической дисперсии, так и расстояние, на которое может быть передан сигнал, При этом важным показателем являются передаточных характеристик ВОЛС.

С учетом передаточных характеристик ВОЛС рассмотрим эффективности функционирования систем передачи оптической информации.

**Ключевые слова:** линия волоконно-оптической связи, дисперсия, эффективность, мощность, переключатели.

## INVESTIGATIONS OF THE EFFICIENCY OF OPTICAL INFORMATION TRANSMISSION SYSTEMS TAKING INTO ACCOUNT THE TRANSMISSION CHARACTERISTICS OF FIBER-OPTIC LINKS

MAMADOV İ.M.

### SUMMARY

The article focuses on the information, frequency and energy efficiency of optical fiber transmission systems, focusing on the efficiency of optical transmission systems [1-4], relative to the transmission characteristics of optical fibrous communications lines. The effectiveness of the transmission systems depends largely on these three parameters. It is possible to assign these values to other system parameters.

**Keywords:** fiber-optic communication line, dispersion, efficiency, power, switches.

Redaksiyaya daxilolma 15.05.2024

Çapa qəbul olunma 12.12.2024





UOT 621.39

<https://doi.org/10.30546/678209.2025.01.021>

## YENİ NƏSL ŞƏBƏKƏLƏRƏ (NGN) KEÇİD DÖVRÜNDƏ RABİTƏ ŞƏBƏKƏLƏRİNİN ETİBARLILIĞI

<sup>1</sup>Nəbiyev Etibar Ağa oğlu; <sup>2</sup>Həsənova Lidiya İvanovna

<sup>1</sup>Gəncə Telekommunikasiya İdarəsi

<sup>2</sup>Azərbaycan Texnologiya Universiteti

<sup>1</sup>[etibar63@yandex.ru](mailto:etibar63@yandex.ru); <sup>2</sup>[l.hasanova@uteca.edu.az](mailto:l.hasanova@uteca.edu.az)

**Xülasə.** Məqalədə NGN-ə keçid dövründə rabitə şəbəkələrində etibarlılığın təmin edilməsi ilə bağlı yanaşmalar öz əksini tapmışdır.

**Açar sözlər:** Yeni nəsəl şəbəkə (NGN), IP protokolu, Softswitch, xidmət keyfiyyəti (QoS), xidmət səviyyəsi (SLA), Ethernet, hazırlıq əmsali.

**Giriş.** Müasir cəmiyyətdə həyatı informasiya texnologiyasız təsəvvür etmək mümkün deyil, dünya dayanmadan dəyişir, daha dinamik və daha intellektual olur. Hər gün insanlar gündəlik işlərini həll edərkən rəqəmli qurğulardan (kompüterdən mobil telefonlara qədər) daha çox istifadə etmək məcburiyyətində qalırlar. Hal-hazırda ümumi istifadəli telefon şəbəkələrinin (ÜİTŞ) kökündən dəyişməsinə və yeni nəsəl şəbəkəyə keçidə həsr olunmuş nəşrlərə daha tez-tez rast gəlmək olur. Bu şəbəkə universal şəbəkədir və o, praktiki olaraq istifadəçinin istənilən tələbatını verilmiş xidmət keyfiyyəti ilə ödəmək qabiliyyətinə malikdir.

**Mövzunun aktuallığı.** Bu gün NGN terminini (Next Generation Network – yeni nəsəl şəbəkə) hamı eşidir, rabitə operatorları bu şəbəkədən istifadənin həm özləri üçün, həm də abunəçilər üçün üstünlüklərindən danışirlar. NGN universal və çoxməqsədli şəbəkədir.

**Mövzunun məqsədi.** Bu şəbəkə paket kommunikasiyasından istifadə etməklə nitqin, təsvirlərin və verilənlərin ötürülməsinə xidmət edir. NGN şəbəkəsi müxtəlif telekommunikasiya trafikləri üçün lazım olan xidmət keyfiyyətini təmin edir.

**Tədqiqat obyektı.** Telekommunikasiya şəbəkələri.

**Tədqiqat metodu.** NGN xidmətlərlə idarə olunan şəbəkədir, burada xidmətlər çağırışların idarə olunmasından, çağırışların idarə olunması isə informasiyanın çatdırılmasından ayrı olduğu üçün nisbətən müstəqil xidmət sistemi reallaşdırılır, bu isə xidmətlərin şəbəkədən asılı olmamasını təmin edir. NGN-də açıq integrallaşmış şəbəkə arxitekturası istifadə olunur.

NGN şəbəkəsində etibarlılıq iki səviyyədə – nəqliyyat və tətbiqetmə səviyyəsində müəyyən edilir, buna uyğun olaraq sistemin hazırlıq əmsali onun tərkib hissələrinin hazırlıq əmsallarının hasili ilə təyin edilir. Nəqliyyat sisteminin etibarlılığı bütövlükdə və tamamilə operatorla müəyyən olunur. Ancaq tətbiqetmə səviyyəsinin etibarlılığı həm operatorndan (əgər bütün xidmət spektrini operator təqdim edərsə), həm də kənar provayderlərdən asılı ola bilər. Tətbiqetmə serverlərinin etibarlılığı yalnız nəqliyyat şəbəkəsi təqdim edən operatorndan deyil, eyni zamanda kontent təchizatçısından da asılı ola bilər. Bundan başqa, təqdim olunan xidmətlərin xüsusiyyətini də nəzərə almaq lazımdır. Məsələn, elektron poçt serverinin yarım saat ərzində boşdayanması iqtisadi və “imic” itkiləri nöqtəyi-nəzərdən telefon rabitəsinin yarım saat olmaması ilə müqayisə oluna bilməz [1].

Nə üçün indi etibarlılıq məsələlərinə çox ciddi diqqət tələb olunur? Birincisi, qeyd etmək lazımdır ki, telekommunikasiya həyatın bütün sahələrinə aktiv nüfuz etmişdir. Bununla əlaqədar olaraq istifadəçilər tərəfindən xidmət keyfiyyətinə olan tələblər artır, eyni zamanda



telekommunikasiya bazarının liberallaşması nəticəsində rəqabətin artması rabitə operatorlarını xidmət keyfiyyətinə (Quality of Service, QoS) daha çox diqqət yetirməyə məcbur edir. Son istifadəçilərlə operator arasında, həmçinin operatorların özləri arasında xidmət səviyyəsi haqqında (Service Level Agreement, SLA) bağlanan müqavilələr müasir bazarda ən vacib qarşılıqlı əlaqə atributu hesab olunur. Etibarlılıq isə QoS-a təsir edən ən vacib faktordur və etibarlılığa olan tələblər praktiki olaraq bütün SLA-da öz əksini tapır. Bu zaman “normadan yuxarı” boşdayanmalar üçün, bir qayda olaraq cərimə sanksiyası nəzərdə tutulur. Boşdayanmalar səbəbindən təqdim olunan xidmətlərdən gələn gəlirlərin azalması ilə, həmçinin SLA-nın pozulması halında tətbiq olunan cərimə sanksiyaları ilə şərtlənmiş imtinaların mənfi nəticələri yalnız finans itkiləri ilə məhdudlaşmır. Belə ki, müştərilərin narazılığı səbəbindən kompaniyanın imicinin aşağı düşməsi ilə bağlı itkiləri də unutmaq olmaz [2, 3].

İkincisi, hal-hazırda rabitə texnologiyalarında radikal dəyişikliklər baş verir. Kanal kommutasiyasının yerinə paket kommutasiyası gəlir, yeni nəqliyyat və giriş texnologiyaları, eləcə də yeni protokollar aktiv tətbiq olunur. Yüksək tempə gedən bu cür yeniləşmə həmişə itkilərlə müşayiət olunur. Bu isə onunla şərtlənir ki, bir tərəfdən rabitə şəbəkələrində kifayət qədər sınaqdan keçirilməmiş məhsullar və həllər istifadə olunmağa başlanılır, digər tərəfdən isə operatorların istismar personalı bu avadanlıqlara xidmət etmək üçün hazırlıqlı olmurlar. Bununla əlaqədar olaraq yeni avadanlıqların daha dəqiq və hərtərəfli test olunmasına, texniki xidmət göstərmək üçün mütəxəssislərin hazırlanmasına xüsusi diqqət yetirmək lazımdır [4].

Üçüncüsü, zamanla ayaqlaşmaq üçün operatora müasir avadanlıq və proqram təminatı almaq kifayət deyil. Belə ki, biznes-proseslərini də yeniləməyə ehtiyac vardır. Bu işlər zamanı qeyd edildiyi kimi istismar proseslərini, xüsusilə də etibarlılığın təmin edilməsini nəzərdən qaçırmamaq çox vacibdir.

### Materiallar və müzakirələr

**NGN-nin etibarlılıq problemləri.** NGN-ə keçid zamanı qarşıya çıxan problemlə sahələrdən biri etibarlılıqdır. Hər-hansı bir sistemin, avadanlığın və ya qurğunun etibarlılığı dedikdə müəyyən istismar şəraitində onların qarşıya qoyulan məsələləri yerinə yetirmə qabiliyyəti nəzərdə tutulur. Əfsuslar olsun ki, bu problem heç də bütün rəhbərlər və mütəxəssislər tərəfindən başa düşülmür. Bəziləri elə düşünürlər ki, NGN-də etibarlılığın təmin edilməsi, prinsipə bu məsələnin ənənəvi şəbəkələrdəki həllindən fərqlənmir. Bununla yanaşı, bəzən etibarlılıq nöqteyi-nəzərdən NGN-nin ənənəvi şəbəkələr qarşısında mübahisəsiz üstünlükləri haqqında fikirlər də söylənir. Həqiqətdə isə NGN-ə keçid zamanı etibarlılığın təmin edilməsi vəziyyəti çox mürəkkəb prosesdir [6].

Etibarlılığın təmin edilməsi ilə bağlı yuxarıda qeyd olunan ümumi məsələlərlə yanaşı spesifik problemlər NGN-nin bir sıra xüsusiyyətləri ilə əlaqədar olaraq yaranır ki, bu da etibarlılığın aşağı düşməsinə gətirib çıxarır. Bu halda iki məsələni ayırmaq məqsədəuyğundur: kommutasiya avadanlığının etibarlılığı və İP infrastrukturunun etibarlılığı.

Bütövlükdə belə qeyd etmək olar ki, NGN şəbəkələrində etibarlılıq mühəndisliyi kanal kommutasiyalı şəbəkələrdə tətbiq edilən etibarlılıqdan fərqlənir, ona görə də bu sahə müvafiq araşdırmaların aparılmasını tələb edir. Bir sıra inkişaf etmiş ölkələrdə bu suallar dövlət səviyyəsində həll edilir. Gələcək şəbəkələrin etibarlılığının, dayanıqlığının və təhlükəsizliyinin təmin edilməsi Avropa komissiyasını xüsusilə narahat edir. Onun sifarişi ilə Alcatel-Lucent Bell Labs şirkəti xüsusi araşdırmalar aparmış və araşdırmaların nəticələrinə əsasən “Hazırlıq və elektron kommunikasiyaların dayanıqlığı” adı altında hesabat hazırlanmışdır.





**NGN kommutasiya avadanlığının etibarlılığı.** Kanal kommutasiyalı ənənəvi qovşaqlar üçün etibarlılığın normalaşdırılmış tərkib hissəsi “hazırlıqdır” və onun üçün “20 il xidmət müddətində 2 saatdan çox olmayan boşdayanma” tələbi qoyulmuşdur ki, bu da “5 doqquz”, yəni 0,99999 hazırlıq əmsalına uyğun gəlir [6].

NGN-ə keçid zamanı ənənəvi kommutasiya qovşağının yerini çevik kommutator (Softswitch) tutur və bu zaman çoxlu sayda ayrı-ayrı qurğulardan (kontroller, şlyüz, server və s.) ibarət kompleks əmələ gəlir. Bu qurğuların hamısı yüksək etibarlılığa malikdir və onlardan hər birinin hazırlıq əmsalının qiyməti istehsalçıların qeyd etdiyinə görə “5 doqquz” təşkil edir. Kommutasiya qovşağı funksiyasını yerinə yetirmək üçün bir neçə bu cür qurğunun birgə işi lazımdır, ona görə də yekun etibarlılıq onların hazırlıq əmsallarının hasilinə bərabər olmalıdır, yəni nəticədə o daha kiçik olacaq.

NGN-nin etibarlılığına mənfi təsir edən daha bir faktor çağırışlara xidmət proseslərinin idarə olunmasının mərkəzləşdirilmiş olmasıdır. Strukturun əsas elementi şlyüzlərin kontrolleri və ya çağırışlar serveridir. Bu zaman bu cür bir kontroller və ya server çox sayda şlyüzü idarə edir, ona görə də onun imtina etməsi böyük ərazidə şəbəkənin işinin dayanmasına gətirib çıxara bilər. Bu cür hal yalnız etibarlılığa mənfi təsir etmir, o hətta şəbəkənin tamamilə dayanmasına gətirib çıxara bilər.

Təsədüfi deyil ki, aparıcı NGN avadanlıqları istehsalçıları şlyüz kontrollerlərinin rezervlənmə imkanlarını nəzərə alırlar. Bəzi rabitə operatorları bu cür rezervlənməni layihələndirmə zamanı nəzərdə tutur. Əfsuslar olsun ki, əksər hallarda qənaətdən nöqtəyənəzərdən bu edilmir. Bu isə imtinayadavamlı sistemlərin qurulmasının əsas prinsipi ilə (strukturda bir dənə də olsun imtina nöqtəsi olmasın) ziddiyyət təşkil edir.

Bütün yuxarıda qeyd olunanlardan belə nəticəyə gəlmək olar ki, göstərilən mənfi faktorların kompensasiya olunması üçün uyğun rezervlənmə sxemləri və metodları işlənilib-hazırlanmalı və tətbiq olunmalıdır. Eyni zamanda bu sxemlər və metodlar həm aparat səviyyəsində, həm də şəbəkə səviyyəsində reallaşdırılmalıdır.

**İP şəbəkələrin etibarlılığı.** İP protokolu əsasında şəbəkələrin geniş miqyaslı istifadə olunması NGN-nin xarakterik xüsusiyyətidir. Bu cür şəbəkələrin qiymətləndirilməsi və etibarlılığının təmin edilməsi hələ ki, kifayət qədər işlənilməmişdir. Bir sıra xarici ölkələrdə bu istiqamətdə işlər aparılır. Finlandiyada İPLU (İP şəbəkələrin etibarlılığının qiymətləndirilmə üsulları) adı altında araşdırma layihəsi işlənilib-hazırlanır. Bu layihə çərçivəsində keçirilmiş beynəlxalq seminarlarda mövzunun aktuallığı qeyd olunmuş, aparılmış araşdırmalar müzakirə olunmuş və sonrakı işlərin istiqamətləri müəyyən edilmişdir.

İnformasiyanın verilişi üçün çoxlu sayda alternativ yollar təqdim etmək imkanına malik olması İP şəbəkələrin üstünlükləridir [6]. Məhz bu səbəbdən də etibarlılıq nöqtəyənəzərdən NGN texnologiyasının üstünlükləri haqqında fikirlər irəli sürülür. Hətta belə fikir də yayılmışdır ki, interneti və onun əsasını təşkil edən protokolları işləyib-hazırlayanlar bir sıra şəbəkə elementlərinin sıradan çıxması halında belə rabitənin dayanıqlığını təmin etməyə qadir olan şəbəkə yaradılmasını qarşılarına əsas məqsəd kimi qoymuşlar. Ancaq bu göstərilən üstünlüyü reallaşdırmaq üçün kifayət qədər paylanmış fiziki infrastruktura malik olmaq lazımdır. Yalnız bu halda müxtəlif marşrutlar təkcə məntiqi deyil, eyni zamanda fiziki olaraq bölünəcək. Əks halda onlar ümumi kabel üzərindən keçən bütün yolları qeyri-ışlək vəziyyətə gətirə bilər. Bu hala isə praktikada tez-tez rast gəlinir.

Bundan başqa, İP şəbəkələrdə real zaman trafikisi üçün informasiyanın yeni veriliş yoluna keçid müddəti həddən artıq böyükdür və əgər əlavə müdafiə tədbirləri görülməzsə, onda bu cür keçid birləşmənin qırılmasına gətirib çıxaracaq. Ona görə də təcili bərpa





mexanizmi əksər hallarda fiziki səviyyədə reallaşdırılır. Burada isə müxtəlif standartlaşdırılmış rezervləmə mexanizmlərinə malik olan və şəbəkənin yüksək imtinayadavamlılığını təmin edən SDH texnologiyasından daha ucuz, lakin hələ ki, oxşar mexanizmi olmayan Ethernet texnologiyasına keçid müşahidə olunur.

Nəhayət, yuxarıda göstərilən üstünlüyün əks tərəfi də vardır. Etibarlılıq nöqtəyindən IP şəbəkələrin daha bir əhəmiyyətli xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, bu şəbəkələrdə yeni imtina mənbələri - marşrutlama protokollarının işində xətlər əmələ gəlir. Bu protokollarda (xüsusilə, BGP) sabitliklə bağlı problemlər olur və onlar konfigurasiya səhvlərinə çox həssasdırlar. Marşrutlama protokollarının iş xüsusiyyətlərinə görə bu cür səhvlər şəbəkə boyunca yayıla bilər.

IP əsasında qurulmuş infrastruktura keçidin təhlükəliliyinə real və konkret nümunə olaraq 2007-ci ilin 15 may tarixində Yaponiyanın NTT operatorunun IP şəbəkəsinin əhəmiyyətli hissəsinin sıradan çıxmasını göstərmək olar. O zaman Cisco istehsalı olan 4000-ə yaxın marşrutlayıcı işini dayandırdı və onların bərpası 7 saata qədər davam etdi. Nəticədə milyonlarla istifadəçi rabitəsiz qaldı. Bunun ilkin səbəbi rezerv marşruta keçid oldu ki, o da marşrutlama cədvəllərinin qeyri-dəqiq yenilənməsi səbəbindən marşrutlayıcıların kütləvi şəkildə dayanmasına gətirib çıxardı.

Bu cür vəziyyətlərin yaranma təhlükəsini azaltmaq üçün lazımdır:

- yeni avadanlığın və proqram təminatının diqqətlə test olunması;
- nasazlığı tez aşkar edib lokallaşdırmağa imkan verən şəbəkə üzrə monitorinqlərin tətbiq olunması;
- sayı və ixtisası şəbəkənin monitorinqini həyata keçirməyə və yaranan nasazlıqları operativ olaraq aradan qaldırmağa imkan verən istismar personalının olması;
- şəbəkə avadanlığı istehsalçıları tərəfindən texniki dəstəyin təmin edilməsi.

**İstismar proseslərinin və biznes-proseslərin təkmilləşdirilməsi.** Aparılan analizlərin nəticələri göstərir ki, yeni nəsrlə rabitə şəbəkələrinin istismarının təşkil olunmasında yaranan çətinlik, ilk növbədə şəbəkə konfigurasiyasının və personalın cavabdehlik zonasının dəyişməsi ilə şərtlənir. Bu gün şəbəkədə yaranan nasazlıq lokal olaraq yerində aradan qaldırılır, ancaq paylanmış yeni nəsrlə şəbəkələrdə isə bu işlər mərkəzləşdirilmiş şəkildə həyata keçirilir. Hələ ki, rabitə operatorlarının rəhbər personalının NGN şəbəkələrinin təşkili, nəzarət olunması, idarə olunması və ümumiyyətlə istismar olunması üçün, texniki personalın isə yeni avadanlığa texniki xidmət göstərməsi üçün kifayət qədər təcrübəsi yoxdur [7].

**Nəticə:** Beləliklə, etibarlılığın təmin olunması məsələsi müasir telekommunikasiyada öz aktuallığını itirməmişdir. Əksinə, bir sıra əməllər, o cümlədən QoS-a qoyulan tələblərin artması və SLA-nın tətbiqi, NGN-ə keçid, biznes-proseslərin təkmilləşdirilməsi etibarlılığa daha ciddi diqqət yetirilməsini tələb edir. Rabitə şəbəkəsində yaranan imtinalar operatorlar üçün finans itkilərinə və digər itkilərə səbəb ola bilər. Nəzərdə saxlamaq lazımdır ki, NGN-nin bir sıra xarakterik xüsusiyyətləri etibarlılığın azalmasına gətirib çıxara bilər. Ona görə də onun təmin edilməsi məsələləri tənzimləyici və nəzarətedici orqanların, rabitə operatorlarının, avadanlıq istehsalçılarının, layihə, araşdırma və təhsil təşkilatlarının rəhbərlərinin və mütəxəssislərinin diqqət mərkəzində olmalıdır [8].

**Tədqiqat işinin yeniliyi.** Müasir zamanda IP protokolu əsasında şəbəkələrin genişləndirilməsinin mümkün olması.

**Tədqiqat işinin tətbiqi əhəmiyyəti.** Şəbəkənin bütün sahələrində etibarlılığı təmin olunması.

**Tədqiqat işinin iqtisadi səmərəsi.** Bu məqalənin tətbiqində əldə edilən iqtisadi



səmərə ayrıca hesablanmamışdır.

### ƏDƏBİYYAT

1. Надежность и живучесть систем связи / Под ред. Дудника Б.Я. // М.: Радио и связь, 1984
2. Нетес, В.А. Соглашение об уровне обслуживания: стандарты и реалии // Вестник связи. 2003. №8.
3. Нетес, В.А. Задание требований по надежности в соглашениях об уровне обслуживания // Электросвязь 2004. №4
4. Нетес, В.А. Надежность сетей связи: тенденции последнего десятилетия // Электросвязь. 1998. №1
5. NGN - проблемы // Вестник связи. 2006. №12
6. Гольдштейн, Б.С. 10 лет эволюции коммутационной техники // Вестник связи. 2007. №5
7. Нетес, В.А. Проблемы управления сетями связи следующего поколения // 4-я Междун. конф. "Управление сетями электросвязи - основа надежности функционирования телекоммуникационной инфраструктуры". М., 2006
8. Шувалов, В.П., Величко, В.В., Субботин, Е.А., Ярославцев, А.Ф. Телекоммуникационные системы и сети. Том 3 // М.: Горячая линия - Телеком, 2005

### НАДЕЖНЫЕ СЕТИ В НОВЫХ ПОКОЛЕНИЯХ СЕТЯХ (NGN)

Набиев Е.А., Гасанова Л.И.

#### РЕЗЮМЕ.

В статье изложены подходы к обеспечению надежности сетей связи при переходе на NGN.

**Ключевые слова:** сеть нового поколения (NGN), IP-протокол, программный коммутатор, качество обслуживания (QoS), уровень обслуживания (SLA), Ethernet, коэффициент готовности.

### RELIABLE NETWORKS IN NEW GENERATIONS OF NETWORKS (NGN)

Nabiyev E.A., Hasanova L.I.

#### SUMMARY

The article outlines approaches to ensuring the reliability of communication networks in the transition to NGN.

**Key Words:** New generation network (NGN), IP protocol, Softswitch, service quality (QoS), service level (SLA), Ethernet, readiness ratio.

Redaksiyaya daxil olma 15.05.2024

Çapa qəbul olunma 12.12.2024





UOT 621.396.97

<https://doi.org/10.30546/678209.2025.01.026>

## RADİOLOKASIYA SİSTEMLƏRİNDƏ XƏTTİ-TEZLİK MODULYASIYALI SİQNALLARIN FORMALAŞDIRMA ÜSULLARI

<sup>1</sup>Abduləliyev Aləm Eldar oğlu, <sup>2</sup>İsmayılov Zəfər Ələsgər oğlu

Azərbaycan Texniki Universiteti

[abdulalizade@mail.ru](mailto:abdulalizade@mail.ru); [zafar.aleskeroqlu@mail.ru](mailto:zafar.aleskeroqlu@mail.ru)

**Xülasə.** Məqalədə müasir radiotexniki sistemlərdə, o cümlədən radiolokasiya sistemlərində geniş istifadə olunan xətti-tezlik modulyasiyalı siqnalın formalaşdırılması qurğularının qurulma xüsusiyyətləri nəzərdən keçirilmişdir.

**Açar sözlər:** radiotexniki sistemlər, radiolokasiya sistemləri, xətti-tezlik modulyasiyalı siqnal, formalaşdırıcı qurğu, dispersiyalı ləngitmə xətti.

**Giriş.** Son illərdə radioelektronikanın inkişafı ilə əlaqədar mürəkkəb siqnallar nəzəriyyəsinin və formalaşdırma texnikasının inkişafında da mühüm nəticələr əldə olunmuşdur. Mürəkkəb siqnalların bir növü kimi tezlik modulyasiyalı siqnalların göstərmək olar ki, onlardan hazırda radiolokasiyada, radorabitədə, radionaviqasiyada və s. bu kimi sahələrdə geniş istifadə olunur. Qeyd etmək lazımdır ki, mürəkkəb siqnal kimi ilkin olaraq xətti-tezlik modulyasiyalı (XTM) siqnallardan istifadə olunmağa başlanmışdır ki, onların əsas üstün cəhəti böyük tezlik zolağı və geniş müddət intervalını təmin edə bilməsidir. Tezlik modulyasiyalı (TM) siqnalların formalaşdırılması üçün istifadə olunan texniki vasitələrin qurulmasına çoxlu sayda elmi işlərin həsr olunmasına baxmayaraq, qeyd etmək lazımdır ki, bu işlərdə TM siqnalların formalaşdırılması üçün müasir dövrdə istifadə olunan texniki vasitələrin təsviri kifayət deyildir. Bu baxımdan XTM-li siqnalları formalaşdıran qurğuların və yaxud texniki vasitələrin nəzərdən keçirilməsinə ehtiyac var.

XTM-li siqnallar formalaşdırılması zamanı onlara qoyulan (verilən) tələblərdən və reallaşdırmanın dəqiqliyinə olan tələblərdən (tələblərin müxtəlifliyindən) asılı olaraq müxtəlif qurğulardan istifadə olunur. Bu qurğulara misal olaraq passiv dispersiyalı ləngitmə xəttini, idarə olunan avtogeneratoru, bir neçə avtomatik tezlik köklənmə sisteminə malik olan çox dəqiq sintezatorları və s. göstərmək olar [1, 3].

Buna görə də göstərilən qurğuların nəzəriyyələrinin və eksperimental tədqiqatlarının nəzərdən keçirilərək ümumiləşdirilməsi mürəkkəb siqnalların formalaşdırılma xüsusiyyətlərinin öyrənilməsinə, mürəkkəb siqnallara olan tələblərin seçilməsinə imkan yaradır. Bundan əlavə qeyd olunan amillərin siqnalların gücləndirilməsi zamanı baş verən təhriflərə və antenaların şüalandırması zamanı yaranan təhriflərə təsiri də müəyyənləşdirilə bilər. Bu səbəbdən xətti-tezlik modulyasiyalı siqnalların generasiya olunması (yaradılması) və sintezi məsələləri radiotexniki sistemlərin qurulmasında aktual məsələdir.

XTM-li siqnallar radiotexnikanın bütün sahələrində tətbiq oluna bilərlər. Məqalədə xətti-tezlik modulyasiyalı siqnalların radiolokasiya sistemlərində tətbiqi nəzərdən keçirilmişdir. Məlumdur ki, hazırda radiolokasiya sistemlərinin tətbiq sahəsi çox geniş olub, hərbi sahələri, mülki məqsədləri və kosmiksahənin tədqiqatını əhatə edir. Radiolokasiya sistemlərinin vəzifəsindən asılı olaraq onlarda fasiləsiz və impuls şüalandırmalarından istifadə olunur. Məqalədə tezlik modulyasiyalı impuls siqnallarla işləyən radiolokasiya sistemlərində XTM-li siqnalların formalaşdırılması məsələləri araşdırılmışdır.

Mürəkkəb siqnallara aid olunan XTM-li siqnallarda da radiosiqnalın parametri impuls



müddətində və yaxud təkrar olunma periodunda müəyyən olunmuş qanunla dəyişir. Bu siqnalların bazasının dəyişmə intervalı çox genişdir. Siqnalın bazasını aşağıdakı kimi təyin etmək olar:

$$B = T \cdot \Delta f$$

burada  $T$  - impulsun davam etmə müddəti;  $\Delta f$  - tezliyin dəyişməsidir (deviasiyası).

Siqnalın bazasının seçilməsi onun vəzifəsindən asılı olaraq təyin olunur. Qeyd olunduğu kimi XTM-li siqnallar texnikanın bir çox sahələrində istifadə oluna bilər və bu sahələrdən demək olar ki, ən əsası radiolokasiya sistemləridir. XTM-li siqnalların radiolokasiya sistemlərində tətbiq olunması məsafəyə (uzaqlığa) və sürətin təyin olunmasına görə həlletmə qabiliyyətlərinin yüksək qiymətlərini təmin etməyə imkan verir. XTM-li siqnallarda tezlik deviasiyasının böyük qiymətlərinin təmin olunması və bir tezlikdən başqa tezliyə keçidin yüksək sürətlə aparılmasının mümkün olması radiolokasiya sistemlərinin keyfiyyət göstəricilərini nəzərə çarpan dərəcədə artırmağa (yaxşılaşdırmağa) imkan verir. XTM-li siqnallarda tezlik deviasiyasının 1000 MHzs və daha böyük qiymətinin təmin olunması uyğun olaraq siqnalın bazasının yüksək olmasını təmin edir. Siqnalın bazası isə siqnalın praktik reallaşmasında, siqnalın formalaşdırılmasında və emalında dəqiqliyi təmin edən əsas amil hesab olunur. Radiolokasiya sistemləri nəzərdən keçirilən halda qeyd etmək olar ki, siqnalın bazası artdıqca onun informasiya daşıma xüsusiyyəti də artır. Eyni zamanda qeyd etmək lazımdır ki, siqnalın bazasının artırılması onun tələb olunan dəqiqliklə reallaşdırılmasını mürəkkəbləşdirir. Buna baxmayaraq XTM-li siqnalların tətbiq olunmasının üstün cəhətlərini nəzərə alaraq bu siqnalların reallaşdırılmasının üsullarını araşdırmaq məqsədə uyğundur.

XTM-li siqnalların formalaşdırıcı qurğularını seçən zaman tələb olunan tezlik deviasiyası qanununun təmin olunma dəqiqliyini ətraflı surətdə nəzərdən keçirmək lazımdır. Bu məqsədlə XTM-li siqnalı formalaşdırıcı qurğunun çıxışında gərginliyin ani qiymətinin ifadəsini yazaq:

$$U(t) = U \cos[\omega_0 t + 0,5\beta_0 t^2 + \vartheta(t)], \quad |t| \leq 0,5T$$

Bu ifadədən siqnalın digər parametrlərini təyin etmək olar:

– siqnalın tam fazası

$$F(t) = \omega_0 t + 0,5\beta_0 t^2 + \vartheta(t)$$

$\vartheta(t)$  - fazanın cari dəyişməsidir.

– siqnalın tezliyi

$$\omega(t) = \omega_0 + \beta_0 t + \eta(t)$$

$\eta(t)$  - tezliyin cari dəyişməsidir.

– tezlik modulyasiyasının sürəti

$$\beta(t) = \omega_0 + \delta(t)$$

–  $\delta(t)$  - tezlik modulyasiyasının sürətinin dəyişməsi.

XTM-li siqnalın formalaşdırılmasının dəqiqliyini  $\nu(t)$ ,  $\eta(t)$  və  $\delta(t)$  funksiyaları ilə və yaxud həmən funksiyalardan hər hansı biri ilə qiymətləndirilməsi mümkündür. Funksiyanın seçilməsi baxılan halda (istifadə olunan sistemdə) onlardan hansının daha vacib olduğu və yaxud onlardan hansının ölçülməsinin mümkün olmasıdır.

Qeyd etmək olar ki,  $\nu(t)$ ,  $\eta(t)$  və  $\delta(t)$  funksiyalarının konkret formaları müxtəlifdir və buna görə onların modulyasiya müddətində verilmiş qanundan mütləq maksimum sürüşməsi (dəyişməsi) qiymətlərindən istifadə etmək daha məqsədə uyğundur. Bu qiymətləri aşağıdakı



kimi yazmaq olar:

$v_m = \max[v(t)]$  - fazanın maksimal sürüşməsidir;

$\eta_m = \max[\eta(t)] / 2\pi\Delta f$  – tezliyin maksimal sürüşməsidir;

$\beta_m = \max[\delta(t)] / \beta_0$  – modulyasiya sürətinin maksimal sürüşməsidir.

Siqnalın formalaşdırılmasının dəqiqliyinin tam xarakterizə olunması üçün integral kvadratik qiymətləndirmədən istifadə etmək olar:

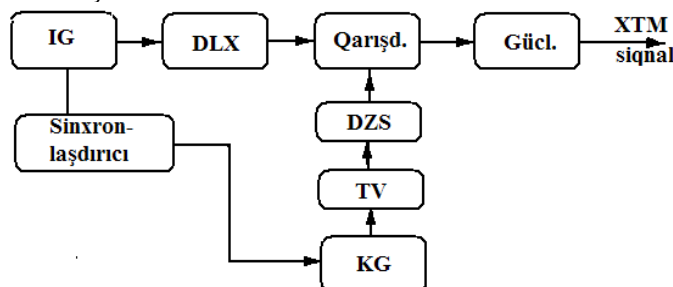
$$I_w = \frac{1}{T} \int_{-0.5T}^{0.5T} w^2 dt$$

Bu ifadədə  $w$  işarəsi altında  $v(t), \eta(t)$  və yaxud  $\eta(t)$  funksiyalarından hər hansı biri nəzərdə tutulur. XTM-li siqnalın xarakteristikalarının seçilməsi, xarakteristikalar ilə radiotexniki sistemin (baxılan halda radiolokasiya sisteminin) yerinə yetirilməli olduğu vəzifələr arasındakı asılılığı təyin etməklə müəyyənləşdirilir. XTM-li siqnalların xarakteristikalarının seçilməsi zamanı bu siqnalın formalaşdırılma üsulları və qurğuları da nəzərdən keçirilməlidir. XTM-li siqnalın alınmasının əsas üsulu avtogeneratorun tezliyinin gərginliklə idarə olunması üsuludur ki, ondan demək olar ki, ən aşağı tezliklərdən başlamış optik diapazona qədər olan tezlik intervalında istifadə etmək mümkündür.

XTM-li siqnalın formalaşdırılma qurğuları iki üsulla qurla bilər:

- passiv XTM-li siqnal formalaşdırıcı qurğular;
- aktiv XTM-li siqnal formalaşdırıcı qurğular.

Məqalənin həcmi məhdudluğuna görə passiv XTM-li siqnal formalaşdırıcı qurğuların qurulma prinsipini nəzərdən keçirək:



**Şəkil 1. XTM–li siqnalın passiv üsulla formalaşdırılmasının struktur sxemi**

Passiv üsulla XTM-li siqnalın alınması üçün qeyd olunan üsullardan istifadə etmək mümkündür:

- pyezodielektrik lövhə üzərində qurulmuş dispersiyalı ləngitmə xəttləri;
- pyezodielektrik və yaxud dielektrik lövhə üzərində yerləşdirilmiş əksedirici barmaqlıqlardan (qəfəslərdən) ibarət dispersiyalı ləngitmə xətləri.

Passiv üsulla XTM-li siqnalın alınması üçün istifadə olunan qurğunun struktur sxemi şəkil 1-də göstərilmişdir. Qurğunun əsas elementi dispersiyalı ləngitmə xəttidir. Dispersiyalı ləngitmə xətti pyezodielektrik lövhə (zolaq) üzərində hazırlanır və onda qarşılıqlı-çubuq çeviriciləri vasitəsilə səthi-akustik dalğalar (SAD) oyadılır (yaradılır). Dispersiyalı ləngitmə xəttinin konstruksiya edilməsi zamanı müəyyən çətinliklər yaranır ki, onların səbəbi çeviricilərin hazırlanma dəqiqliyinin aşağı olması və bunun nəticəsində həcmi dalğaların yaranması (generasiya olunması), lövhənin kənarlarından və çubuqlarından əks olunmaların baş verməsidir. Göstərilən amillərin təsirindən formalaşdırılan siqnalın bazasının maksimal



qiyməti, mərkəzi tezliyi və zolağının eni məhdudlanır.

Dispersiyalı ləngitmə xəttinin ikinci növü (tipi) kimi əksətdirici barmaqlıqlı (qəfəsli) dispersiyalı ləngitmə xətlərindən istifadə olunur. Bu ləngimə xətləri pyezodielektrik (pyezodielektrik olmayan dielektrik də ola bilər) lövhə üzərində çəkilmiş çərtmələr və yaxud cızıqlar şəklində olan əksətdirici barmaqlıqlardan ibarətdir. Bu dispersiyalı ləngitmə xətlərində hazırlanma nöqsanlarının təsiri daha az hiss olunur. əks etdirici barmaqlardan (qəfəslərdən) əks olunmalar nəticəsində yaranan faza sürüşmələrini (meyllənmələri) kompensasiya etmək üçün SAD-n yayılma istiqamətində profiləşdirilmiş nazik metal zolaq (plyonka) yerləşdirilir.

İmpuls generatorundan alınan impulsar diskret ləngitmə xətlərinə verilir və xətt vasitəsilə SAD-a çevrilirlər. Impuls generatoru sinxronlaşdırıcı qurğu eyni zamanda mərkəzi tezliyi yaradan generatorun da işini idarə edir. Mərkəzi və yaxud modullanan tezliyin yüksək stabilliyini təmin etmək üçün kvars stabilləşdirilməli avtogeneratordan istifadə olunur. Kvars stabilləşdirilməli avtogeneratorun tezliyi nisbətən kiçik olub onlarla meqahers ola bilər. Bu tezliyi lazım olan qiymətə çatdırmaq üçün tezlik vurucu pilləsindən istifadə olunur. Tələb olunan tezliyi almaq üçün tezlik vurucusunun çıxışına dar zolaq süzgəci qoşulur.

**Mövzunun aktuallığı.** Xətti - tezlik modulyasiyalı siqnallardan hazırda hərbi və mülki sahələrdə geniş istifadə olunduğu üçün XTM-li siqnalların formalaşdırma üsullarının araşdırılması və daha effektiv üsulun təyin olunması aktual məsələdir.

**Tədqiqatın məqsədi.** Xətti-tezlik modulyasiyalı siqnalların alınmasının daha effektiv üsulunun təyin olunması.

**Tədqiqatın obyektı.** Xətti-tezlik modulyasiyalı siqnalların formalaşdırıcı qurğular.

**Tədqiqatın metodu.** Xətti-tezlik modulyasiyalı siqnalların xarakteristikalarının seçilməsi və onlar ilə konkret radiotexniki sistemlərin vəzifələri arasındakı asılılığı müəyyən etmək. Bu məsələnin həlli üçün xətti-tezlik modulyasiyalı siqnalların formalaşdırılma üsulları və qurğuları nəzərdən keçirilir. Ən aşağı tezliklərdən başlamış optik diopazona qədər olan geniş diopazonda istifadə oluna bilən tezliyi gərginliklə idarə olunan avtogeneratorların qurulma üsulları araşdırılır. Bu məqsədlə passiv və aktiv XTM-li siqnal formalaşdırıcı qurğular araşdırılmışdır. Konkret olaraq dispersiyalı ləngitmə xətlərinə malik formalaşdırıcı qurğu nəzərdən keçirilmişdir.

### Materiallar və müzakirələr

Aparılan müzakirələr nəticəsində müəyyənəşdirilmişdir ki, xətti-tezlik modulyasiyalı siqnalların alınması üçün pyezodielektrik lövhə üzərində qurulmuş dispersiyalı ləngitmə xəttindən və pyezodielektrik lövhə üzərində yerləşdirilmiş əksətdirici barmaqlardan ibarət dispersiyalı ləngitmə xəttindən istifadə etmək mümkündür. Pyezodielektrik lövhə üzərində qurulmuş dispersiyalı ləngitmə xətti nöqsanlara malik olduğu üçün əksətdirici barmaqlıqlı dispersiyalı ləngitmə xətti daha çox istifadə olunur.

**Nəticə:** Məqalədə əsas diqqət tezlik modulyasiyalı impuls siqnallarının formalaşdırılmasına yönəldilmişdir. Məlumdur ki, tezlik modulyasiyalı impuls siqnallarında siqnalın tezlik zolağının impulsun davam etmə müddətinə olan hasilinin qiyməti çox geniş intervalda dəyişə bilər. Dəyişmə intervalı vahiddən başlamış on minlərlə olan qiyməti əhatə edir. Müəyyən olunmuşdur ki, nisbi tezlik dəyişməsi siqnalın bazası ilə tərs mütənəsidir və bazası kiçik olan siqnalları daha sadə üsullarla reallaşdırmaq mümkündür. Bundan fərqli olaraq bazası böyük olan siqnalları reallaşdırmaq üçün daha mürəkkəb qurğulardan istifadə oluna bilər.

**Tədqiqat işinin yeniliyi.** Modullanan tezliyin yüksək stabilliyini təmin etmək üçün





formalaşdırıcı qurğuda parametrik stabilləşdirməli kvarts rezonatorlu avtogeneratorun istifadə olunması nəzərdə tutulur.

**Tədqiqat işinin tətbiqi əhəmiyyəti.** Xətti-tezlik modulyasiyalı siqnalların formalaşdırılmasında baxılan üsulun istifadə olunması tezlik diapozonundan daha effektiv istifadə etməyə imkan verir.

**Tədqiqat işinin iqtisadi səmərəsi.** Tezlik diapozonundan effektiv istifadə olunması müəyyən tezlik zolağının boşalmasına imkan yaradır ki, həmən zolaqdan başqa radiotexniki sistemlər üçün istifadə etmək olar. Bu isə öz növbəsində müəyyən iqtisadi səmərəyə səbəb ola bilər. Qeyd etmək lazımdır ki, bu hesablama bir çox amillərdən asılı olduğu üçün aparılmamışdır.

### ƏDƏBİYYAT

1. İsmayılov, Z.Ə., Abduləliyev, A.E., Nəsirov, Q.Ə. Gəmi radiolokasiya siqnallarının sintezolunma xüsusiyyətləri / ADDA. "Su nəqliyyatı problemləri", XII Beynəlxalq ETK, Bakı 2017, səh. 117-121.
2. Карташкин, А.С. Авиационные радиосистемы, М. Радио Софт. 2006. 304с.
3. Варакин, Л.Е. Системы связи с шумоподобными сигналами. М. Радио и связь, 1985. 384с.

### Формирование сигналов с линейно-частотной модуляцией в РЛС

Абдулалиев А.Е., Исмаилов З.А.

#### РЕЗЮМЕ

В статье рассмотрены вопросы формирования линейно-частотно модулированных сигналов, которые широко используются (применяются) в современных радиотехнических системах, в том числе и в радиолокационных системах.

**Ключевые слова:** радиотехнические системы, радиолокационная система, линейно-частотно модулированный сигнал, устройства формирования, дисперсионная линия задержки.

### Formation of signals with linear-frequency modulation in RLS

Abdulaliev A.E., Ismailov Z.A.

#### SUMMARY

The article deals with the formation of linear-frequency modulation signals, which are widely used in modern radio systems, including radar systems.

**Key words:** radio technical systems, radar systems, linear frequency modulation signal, former, dispersion delay line.

Redaksiyaya daxil olma 15.05.2024

Çapa qəbul olunma 12.12.2024





UOT 535.8

<https://doi.org/10.30546/678209.2025.01.029>

## OPTİK DEFLEKTORLARIN İŞÇİ PARAMETRLƏRİNİN TƏYİN EDİLMƏSİ

Cəfərova Elnarə Mirtağı qızı

Azərbaycan Texniki Universiteti

[elnara.axadova@mail.ru](mailto:elnara.axadova@mail.ru)

**Xülasə.** Məqalədə optik lifli rabitə traktları ilə informasiyanın verilişi prosesində optik şüa dəstəsinin tələb edilən kimi istiqamətləndirilməsi, işıq şüa selinin sürətlə yerinin dəyişdirilməsi analiz edilmiş, oprik deflektorun işçi parametrlərinin təyin edilməsi üsulu təklif olunmuşdur.

**Açar sözlər:** Optik lifli rabitə, deflektorlar, optik şüa seli, optik veriliş sistemi, deflektorun aşkarlanma qabiliyyəti, optik fiziki mühit.

**Giriş.** Oplik traktlar ilə informasiyanın verilişi prosesində istifadəçinin signalının axtarışı və optik şüa dəstəsinin tələb edilən tərəflərə istiqamətləndirilməsi və izlənməsi, şüanın hər hansı qanun əsasında kifayət qədər qısa müddətdə sürətlə dəyişdirilməsini tələb edilir. Qarşıya qoyulan bu praktiki əhəmiyyətli məsələlərin həlli üçün optik texniki vasitə - deflektorlar tətbiq edilir. Məqalədə qarşıya qoyulan vəzifə müxtəlif konstruksiyalı optik lifli kabellərin tətbiqində istifadə ediləcək optik deflektor sistemlərinin işçi xarakteristikalarına əsasən onun parametrlərinin təyin edilməsidir.

Optik lifli veriliş sistemlərində (OLVS) rabitə traktları ilə informasiyanın verilişi prosesində istifadəçinin signalının axtarışı zamanı optik şüa dəstəsinin tələb edilən kimi istiqamətləndirilməsi, sonradan isə onun izlənməsi prosesində istiqamətlərdəki işıq şüa selinin sürətlə yerinin dəyişdirilməsi kimi praktiki əhəmiyyətli bir məsələ ortaya çıxır. Bu məqsədlə optik traktda deflektorlardan istifadə edildiyi məlumdur [1, 2]. Məlumdur ki, optik şüa dəstəsi hərəkətinin xarakterinə görə idarə edilməsi iki metodla həyata keçirilir: fasiləsiz idarəetmə və diskret idarəetmə metodu.

İstifadə edilən optik lifli kabellərin konstruksiyasından asılı olaraq müxtəlif sistemli deflektorların seçilməsi və işçi parametrlərinin təyin edilməsi praktiki məsələlərdən biridir. Məlumdur ki, optik şüa seli dəstəsinin hərəkətinin xarakterinə görə istiqamətinin idarə edilməsi və fiziki optik mühitdə istiqamətinin dəyişməsi iki metodla həyata keçirilir: mexaniki idarəetmə metodu və elektrik idarəetmə sistemi.

**Məsələnin qoyuluşu.** Optik veriliş sistemində mexaniki metod əsasında optik şüa seli dəstəsinin idarəedilməsi və istiqamətləndirilməsi üçün idarəedici elementin (güzgünün, prizmanın və s.) mexaniki olaraq yerinin dəyişməsi hesabına həyata keçirilir. Bu məqsədlə elektromaqnit, maqnitoelektrik və pyezoelektrik sistemli deflektorlardan istifadə edilir. Elektrik idarəetmə metodu əsasında optik şüa seli dəstəsinin fiziki optik mühitdə elektrik və ya maqnit sahələrinin təsirindən istiqamətlərinin dəyişdirilməsi, şüa seli dəstəsinin keçdiyi optik fiziki mühitin sınma əmsalının dəyişməsi ideyasına əsaslanır [3].

Hal hazırda optik traktlarda aşağıdakı tipli deflektorlardan istifadə edilir:

- ultrasəs (akustikooptik) tipli deflektor;
- elektrooptik tipli deflektor;
- polyarizasiya (maqnitooptik) tipli deflektor;
- dispersiya (səpələnmə) tipli deflektor.

Bu və ya digər tipli deflektorun texniki imkanlarının və optik parametrlərinin qiymətləndirilməsi üçün məlum deflektor sistemlərinin parametrlərindən və işçi



xarakteristikalarından istifadə edilir. Optik deflektorların ən vacib optik xarakteristikalarını nəzərdən keçirək.

**Mövzunun aktuallığı.** OLVS-nin effektivliyi, kanalların spektrinə görə bölünməsi və optik veriliş sistemlərində optik deflektorların işçi parametrlərinin təyin edilməsi aktual məsələlərdən hesab edilir.

**Tədqiqatın məqsədi.** Optik lifli rabitə xətlərində ötürücülük xarakteristikasına nəzərən optik veriliş sistemlərinin effektivliyinin yüksəldilməsidir.

**Tədqiqat obyektı.** Optik lifli veriliş sistemləri və optik lifli rabitə xətlərinin ölçü elementləri.

**Tədqiqat metodu.** Optik lifli veriliş sistemlərində optik deflektorların işçi parametrlərinin təyin edilməsi metodu.

**Optik detektorların tədqiqi.** Mühəndis axtarışlarının nəticələri və məlum ədəbiyyat mənbələri əsasında aparılmış axtarışlar nəticəsində optik deflektorların aşağıdakı xarakteristikalarının olması müəyyən edilmişdir:

1. İstiqamətləndirmə bucağının amplitudası  $\Delta\lambda$ . Bu parametr optik şüanın seli dəstəsinin istiqamətləndirmə bucağının maksimal qiymətini göstərir və onun izləmə vektorunun tam ölçüsü ilə təyin edilir.

2. Aşkarlama qabiliyyəti. Bu  $\Delta\lambda$  daxilində yayılan müxtəlif dalğa uzunluqlu optik şüaların sayını ( $N$ ) göstərir. Relex kriteriyasına görə 2 süalanma nöqtəsinin aşkarlanma qabiliyyətinin son qiyməti o vaxt yaranır ki, onlardan birinin maksimum qiyməti digərinin minimum qiymətinə bərabər olsun. Belə ki, deflektordan çıxan şüanın seli dəstəsinin bir enli zolaq kimi təsəvvür etsək bu halda istiqamətləndirmə bucağı

$$\theta_i = \varepsilon(nD)_f,$$

burada  $\varepsilon = 1,2 - 1,3$  intervalında dəyişir (optik şüa seli dəstəsi bərabər intensivlikdə optik mühitdə paylanarsa,  $\varepsilon = 1.22$ , Hauss paylanmalı optik şüa seli dəstəsi üçün  $\lambda = 1.27$ , n-optik mühitin sınma əmsalıdır.

Deflektorun aşkarlama qabiliyyəti aşağıdakı ifadə ilə hesablanır:

$$N = \Delta\alpha / \theta$$

Bu ifadəni əvvəlki ifadədə nəzərə alsaq:

$$N = \frac{\Delta\alpha D_f n}{\varepsilon \lambda}$$

Aşkarlanma şərti kimi optik şüanın seli dəstəsinin mərkəzlərinin tam ortasını qəbul etsək aşağıdakı ifadəni alırıq:

$$N = \Delta\alpha / 2^{\theta_i}$$

Deflektorun aşkarlanma qabiliyyəti kifayət qədər çox parametrdir. Belə ki, optik şüa seli dəstəsinin təsiri ilə  $\Delta\alpha$  artarsa (azalarsa)  $N$  parametri dəyişməz qalır, çünki bu halda  $\theta_i$  parametri dəyişmir. Həmin parametrlərin xüsusiyyətlərini müəyyən edək:

1. Deflektorun sürətliliyi  $t_d$ . Deflektorun sürətliliyi dedikdə, optik şüa seli dəstəsinin bir aşkarlanma elementindən keçmə müddəti nəzərdə tutulur. Məsələn fasiləsiz deflektor üçün

$$t_d = 1 / \Delta_f$$

burada  $\Delta_f$  – deflektorun buraxma radiusunu göstərir və aşağıdakı ifadədən hesablanır.

$$\Delta_f = N f_{12}$$

burada  $f_{12}$  irəliləmə tezliyidir (1 saniyədə irəliləmə periodunun sayıdır).



2. Deflektorun optik itkisi ( $\tau$ ) aşağıdakı ifadə ilə hesablanır

$$\tau = \dot{I}_{\text{çı}} / \dot{I}_{\text{gir}}$$

burada  $\dot{I}_{\text{çı}}$  və  $\dot{I}_{\text{gir}}$  deflektorun çıxışında və girişində optik şüa seli dəstəsinin intensivliyini göstərir.

3. Deflektorun mərkəzinə görə həssaslığı  $\bar{S}$ . Həssaslıq dedikdə  $\Delta\alpha$  əmsalının və  $N$  parametrlərinin gərginlik meyillənmə təsirinə olan nisbəti nəzərdə tutulur.

$$\bar{S} = \frac{\Delta\alpha}{u} \text{ və ya } \bar{S} = \frac{N}{u}$$

**Nəticə.** Beləliklə, mühəndis hesabları üçün deflektorun tələb edilən işçi parametrlərinin adları və mahiyyətləri aydınlaşdırılmaqla kifayət qədər sadə lakin praktiki bir məsələ- optik deflektorun işçi parametrlərinin təyin edilməsi mümkündür.

**Tədqiqat işinin yeniliyi.** Müasir dövrdə effektiv veriliş sistemlərinin təşkili üçün optik deflektorların işçi parametrlərinin təyin edilməsi metodu təklif edilir.

**Tədqiqat işinin tətbiqi əhəmiyyəti.** Müasir zamanda optik deflektorların işçi parametrlərinin təyin edilməsi OLVS-də bu işin əhəmiyyəti çox böyükdür.

**Tədqiqat işinin iqtisadi səmərəsi.** Bu iş səmərəli hesab olunur lakin, hesabat işi aparılmamışdır.

## ƏDƏBİYYAT

1. Крухмалев, В.В. и др. Цифровые системы передачи. Москва, Горячая линия-телеком, 2007.
2. Алишев, Я.В. Многоканальные системы передачи оптического диапазона. Минск, «Высшая школа» 1986, 232 стр.
3. Мидвинтер, Дж.Э. Волоконные световоды для передачи информации М. Радио и связь 1983, 336 стр.

## ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАБОЧИХ ПАРАМЕТРОВ ОПТИЧЕСКИХ ДЕФЛЕКТОРОВ

Джафарова Э.М.

### РЕЗЮМЕ

В статье был проанализирован оптический волоконный луч пучок в соответствии с требованиями оптико-волоконной линии связи, быстрое изменение выборки светового пучка и предложен способ определения рабочих параметров дефлектора.

**Ключевые слова:** Связь оптических волокон, дефлекторы, наводнение оптическим лучом, система оптической передачи, способность обнаружения отклонения, оптическая физическая среда.

## DETERMINATION OF THE OPERATING PARAMETERS OPTICAL DEFLECTORS

Jafarova E.M.

### SUMMARY

The article analyzed the optical fiber beam in accordance with the requirements of the fiber-optic communication line, quickly changing the sample of the light beam, and proposed a method for determining the operating parameters of the baffle.

**Key words:** Optical fiber communication, deflectors, optical beam flood, optical



transmission system, deflection detection capability, optical physical environment

Redaksiyaya daxilolma 15.05.2024

Çapa qəbul olunma 12.12.2024





UOT 621. 396. 67

<https://doi.org/10.30546/678209.2025.01.032>

## KOSSİQREN SXEMLİ İKİGÜZGÜLÜ ANTENANIN KONSTRUKTİV ELEMENTLƏR VƏ REFLEKTORLARIN ÖLÇÜLƏRİNİ, FOKUS MƏSAFƏLƏRİNİN VƏ BUCAQ ÖLÇÜLƏRİNİN HESABLAMASI

<sup>1</sup>Hüseyn Azər Sədrəddin oğlu, <sup>2</sup>Məmmədov Nicat Kamal oğlu<sup>3</sup>Daşdəmirova Nərgiz Dilqəm qızı

Azərbaycan Texnologiya Universiteti

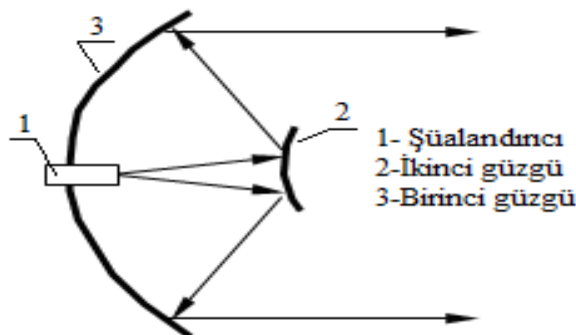
<sup>1</sup>[a.huseyn@atu.edu.az](mailto:huseyn@atu.edu.az); <sup>2</sup>[n.memmedov@atu.edu.az](mailto:n.memmedov@atu.edu.az); <sup>3</sup>[n.dashdemirova@atu.edu.az](mailto:n.dashdemirova@atu.edu.az)

**Xülasə:** Güzgü antenalarının bəzi tipləri verilmiş bucaq sektorunda şüanın sürətli yellənməsini (skanlanmasını) təmin edə bilirlər. Güzgü antenaları kosmik rabitədə və radio astronomiyada antenaların ən yayılmış tipidir, və məhz güzgülü antenalarının köməyi ilə minlərlə kvadrat metrə ölçülən açıq effektiv səthlə nəhəng antenna tikintilərini yaratmağa müvəffəq olunmuşdur.

**Açar sözlər:** kossiqren, antenna, ikigüzgülü, elektromaqnit dalğaları.

**Giriş.** Güzgülü antenalar ən geniş yayılmış kəskin iti bucaq altında istiqamətləndirilmiş antenadır. Onların ən müxtəlif radiosistemlərdə geniş tətbiqi antenaların konstruksiyalarının sadəliyiylə, istiqamət diaqramının (İD) müxtəlif növlərinin alınmasının imkanıyla, yüksək faydalı iş əmsaliyla (FİƏ), kiçik küy temperaturu ilə, yaxşı diapazon xüsusiyyətləri və sair ilə izah olunur.

İkigüzgülü Kossiqren sxemili antenalar sistemi (şəki 1) paraboloidə və ya hiperboloidə fokuslanan iki əks etdirən səthdən ibarətdir [1]. Fokusdan əks olunan sınımış xətt üzrə olan bütün məsafələr açılış müstəvisinə qədər eynidir, və açılışda sahənin sinfazlığını təmin edir. İkigüzgülü antenalar birgüzgülü antenalara nisbətən daha kompakt və maneəyə davamlıdır, İYT traktını qısaltmağa imkan verir, açılış səthində oyanmanı daha çox bərabər bölgüsü təmin edir, və monoimpuls radiolokatorlarda xüsusilə əlverişlidir. Əksətdirici və kiçik güzgünün ölçülərinin optimallaşdırması vaxtı FİƏ (0,60-0,65) almağa müvəffəq olunur. Sistemin çatışmazlığı – açılış zamanı fokusun kölgələnməsidir.



**Şək. 1.1. İkigüzgülü Kossiqren sxemili antenanın iş prinsipi.**

**Antenanın əsas konstruktiv elementlərinin və ötürmə xətlərinin hesablaması.**

Kossiqren antenna geniş radiorele və kosmik rabitə, radioastronomiya, radio, radar, və s. sahəsində istifadə olunur [1, 2].

Kosmik rabitə antenalarının birinci güzgünün diametri adətən 20-30 metr və daha





böyük inşa edilir. Troposfer kommunikasiya xətlərində diametri 7-18 metr antenalardan istifadə olunur. Radiorele rabitəsində diametri 0.5-5 metr olan antenalardan istifadə olunur.

**Reflektorların ölçülərini, fokus məsafələrinin və bucaq ölçülərinin hesablaması.** Kossiqren sxemli ikigüzgülu antenasının güzgülərinin əsas konstruktiv parametrlərinin hesablamalarının başlanğıcından əvvəl şəkil 2.1-də göstərilmiş güzgülərin [3] əsas parametrləri ilə tanış olaq.

Hiperbolik güzgülün eksentritedi aşağıdakı ifadə ilə təyin edilir:

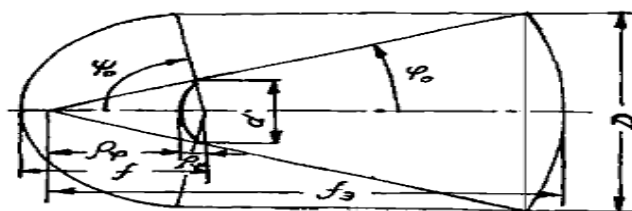
$$e = \frac{\sin \frac{\psi_0 + \varphi_0}{2}}{\sin \frac{\psi_0 - \varphi_0}{2}} \quad (1.1)$$

Əgər, bizim antenamız üçün  $\varphi_0 = 15^\circ$ , və  $\psi_0 = 90^\circ$  olarsa, bu halda hiperbolik güzgülün eksentritedi  $e=1,303$  qiymətini alar.

Əgər istiqamət diaqramının - 3dB səviyyəsində yəni  $\Delta\theta - 3dB = 1.5^\circ$  və kənar ləçəklərin səviyyəsi  $\delta = -23dB$  şərtlərində [1] böyük güzgülün D diametrini hesablayaq:

$$\Delta\theta_{-3dB} = 71 \cdot \frac{\lambda_{CB}}{D} \quad (1.2)$$

- burada  $\lambda_{CB}$  fəzada dalğanın uzunluğu



Şəkil 1.2. Kossiqren sxemli ikigüzgülu antenna burada  $e$  - hiperbolik güzgülün eksentriseti,  $\psi_0$  - böyük güzgülün (və ya paraboloidin) açılış bucağıdır,  $\varphi_0$  - kiçik güzgülün görünmə (və ya ekvivalent paraboloidin açılış) bucağıdır;  $f$  - böyük güzgülün (və ya paraboloidin) fokus məsafəsidir,  $f_z$  - ekvivalent paraboloidin fokus məsafəsi;  $\rho_0$  - hiperboloidin ikinci fokusuna qədər olan məsafəsidir;  $\rho_z$  - hiperboloidin birinci fokusuna qədər olan məsafəsidir;  $D$  - böyük güzgülün (və ya paraboloidin) açılış diametridir;  $d$  - kiçik güzgülün (və ya hiperboloidin) açılış diametridir.

$$\lambda_{CB} = \frac{C}{F} = 27,254 \text{ mm}. \quad (1.3)$$

Harada  $C=3 \cdot 10^8 \text{ m/san}$ , işıq sürəti və  $F=11 \text{ QHz}$  -antennanın verilmiş işçi tezliyidir.

Beləliklə, böyük güzgülün apertur diametrini alırıq:  $D=1290,023 \text{ mm}$ .

Birinci güzgülün  $D$  diametrini, böyük güzgülün açılış bucağı  $\psi_0$  və böyük güzgülün  $f$  fokus məsafəsi arasındakı əlaqəni ifadə edən düsturdan [1, 4] istifadə edərək böyük güzgülün fokus məsafəsini təyin edək:

$$f = \frac{D}{4 \cdot \tan \frac{\psi_0}{2}} = 322,51 \text{ mm}. \quad (1.4)$$



[1]-də verilmiş nisbətlərdən istifadə edib  $f_E$ -ni hesablayaq:

$$f_3 = f \cdot \frac{e+1}{e-1} = 2451,29_{MM}. \quad (1.5)$$

Nisbətdən istifadə edərək düstur vasitəsi ilə d-nin qiymətini hesablayaq:

$$d = D \cdot \frac{e-1}{e+1} \cdot \operatorname{ctg} \frac{\psi_0}{2} = 169,73_{MM}. \quad (1.6)$$

İndi isə [1]-dən istifadə edərək  $\rho_\psi$  və  $\rho_\varphi$  kəmiyyətlərini hesablayaq:

$$\rho_\psi = \frac{d}{4} \cdot \frac{\cos \frac{\psi_0 + \varphi_0}{2}}{\sin \frac{\psi_0}{2} \cdot \cos \frac{\varphi_0}{2}} = 36,85_{MM}. \quad (1.7)$$

$$\rho_\varphi = f \cdot \frac{\cos \frac{\psi_0 + \varphi_0}{2}}{\sin \frac{\psi_0}{2} \cdot \cos \frac{\varphi_0}{2}} = 280,042_{MM}. \quad (1.8)$$

Güzgülərinin  $Z(x)$  düzbucaqlı koordinatlar sistemində (x, y, z) fırlanmadan paraboloidinin tənliyindən istifadə edərək böyük güzgülünün profilini təyin edirik:

$$x^2 + y^2 = 4 \cdot f \cdot z \quad (1.9)$$

və fırlanmanın hiperboloidinin tənliyindən kiçik güzgülü üçün:

$$\frac{(z - f + c)^2}{a^2} - \frac{x^2 + y^2}{b^2} = 1 \quad (1.10)$$

burada:  $a = \frac{\rho_\varphi}{1+e}$ ;  $b = \sqrt{\rho_\varphi \cdot \rho_\psi}$ ;  $c = a \cdot e$

Güzgülərin bölməsinin nəzəri hesablanmış profillərinin ölçüləri proqram (6-ya baxın) üzrə hesablanmışlardan fərqlənir əhəmiyyətsizdir, bir halda ki,  $\Delta\theta$  verilmişin təminatı üçün (1.4) üzrə nəzəri hesablanmış 290 mm-a qədər f fokus məsafəsini azaltmaq lazım oldu, bu halda [4, 5]-dəki metodik göstərişlərdən istifadə edib, hansılarda ki, o haqda deyilir ki, əgər əsas ləçəyin və ya antenmanın gücləndirilməsinin əmsalının hesab eni (10-20)% verilmiş qiymətlərdən fərqlənirsə, onda münasibətə bütün onların xətt ölçülərini vuraraq güzgülərin korreksiyasını etmək olar:  $\Delta\theta_{ALINMIŞ} / \Delta\theta_{VERILMIŞ}$

Bu halda, saçanın ölçüləri və güzgülü sisteminin bucaq ölçüləri dəyişməz qalır və sahənin bölgü funksiyası və yan ləçəklərin səviyyəsi qalır.

#### Ötürücü xətlərin növlərinin və parametrlərinin hesablaması

Ötürülmənin xətti kimi ölçülərlə düzbucaqlı dalğaverəni seçəcəyik və dalğaverənin geniş divarı, dalğaverənin b-dar divarı, hansı ki, yumruya düzbucaqlı bölmənin dalğaverəindən hamar keçidlə və dielektrik konusşəkilli oxlu antenayla saçanla birlikdə antenmanın qidalanmasının xəttini yaradır.

Düzbucaqlı dalğaverəndə elektriklərin dalğasının raspostranyatsyası bacarırlar ( $E_{mn}$ , m, n=1, 2,3,...) və maqnitlər ( $H_{mn}$ , m, n=1, 2,3,...) tiplər.  $E_{mn}$  dalğaverən üzrə raspostranyaetsya tipinin elektromaqnit dalğası, əgər şərt yerinə yetirilirsə:

$f > f_{KP}^{mn}$  (1.17) tezlik üçün.  $\lambda < \lambda_{KP}^{mn}$  (1.18.) dalğanın uzunluğu üçün

$$f_{KP}^{mn} = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon \cdot \mu}} \cdot \frac{1}{\lambda_{KP}^{mn}} \quad (1.19.)$$

Burada  $E_{mn}$  ( $H_{mn}$ ) tipinin dalğasının kritik tezliyidir



$$\lambda_{KP}^{mn} = \frac{2}{\sqrt{\left(\frac{m}{a}\right)^2 + \left(\frac{n}{b}\right)^2}} \quad (1.20.)$$

Burada  $E_{mn}$  ( $H_{mn}$ ) tipinin kritik dalğanın uzunluğudur. harada,  $m, n$  müvafiq olaraq sahənin komponentlərinin (yarım dalğalarının) variasiyalarının sayını  $X$  və  $Y$  oxlarının uzununa göstərən indekslər. Verilmiş ölçülərin dalğaverəndə malik olan dalğanı  $a$  və  $b$  ən kiçik kritik tezliklə, əsas dalğa adlandırılır. Bütün qalan dalğalar ən yüksək tiplərin dalğası adlanır. Düsturlardan (1.19.), (1.20.) izləyir (gedir) ki,  $a > b$  vaxtı  $N10$  dalğası əsas dalğa olacaq.

Şəkil 1.5-də düzbucaqlı dalğaverəndə  $N10$ -un əsas dalğasının sahəsinin bölgüsü təsvir edilmişdir.

İmpulsa ötürücü aparatın gücünə və qidalanmanın xəttinin generatorunun tezliyinə əsaslanaraq, cədvəldən 7.7 [5, 6] növbəti parametrlərlə  $R-120$  dalğaverənini seçək:

Nominal ölçülər:  $a = 19.03 \text{ mm}$ ;  $b = 9.525 \text{ mm}$ ;

$N10$  dalğasının kritik tezliyi:  $f_{KP} = 7.869 \text{ QHs}$ ;

Tezliklərinin işçi diapazonu:  $1.25 f_{KP} \div 1.9 f_{KP}$ , və  $N10$  dalğası üçün.  $9.84-15,0 \text{ QHs}$ ;

Nominal işçi tezliyi:  $1.5 f_{KP} = 11.8 \text{ QHs}$ ;

Misin nəzəri sönməsi:  $1.5 f_{KP} - \alpha = 0.133 \text{ dB/m}$ ;

Deşmə gücü:  $P_{\Pi P} = 0.201 \text{ MVt}$ ;

Divarının nominal qalınlığı:  $S = 1.27 \text{ mm}$ ;

Trubanın poqpn çəkisi:  $m = 0,72 \text{ kq}$ .

$N10$ -un əsas dalğası üçün:

$$\lambda_{KP}^{H_{10}} = 2 \cdot a = 38,06 \text{ mm} \quad (1.21) \quad f_{KP}^{H_{10}} = \frac{c}{2 \cdot a} = 7,877 \text{ mm.} \quad (1.22)$$

Növbəti seçilmiş düzbucaqlı dalğaverəndə kritik tezlik üzrə dalğa olacaq

$$H_{20} \text{ c } \left( f_{KP}^{H_{20}} = \frac{c}{a} \right). \quad (1.23)$$

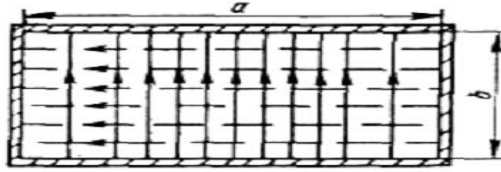
Tezliklərin diapazonu, hansılar ki, dalğaverəndə  $N10$ -un yalnız əsas dalğası yayıla bilər, bərabərsizliklə qarşısına qoyur :

$$f_{KP}^{H_{10}} < f < f_{KP}^{H_{20}}. \quad (2.24)$$

$$7,877 < f < 15,754 \text{ QHh.}$$

Beləliklə, seçilmiş dalğaverəndə verilmiş tezlikdə rejim  $11 \text{ QHs}$   $N10$  dalğasıyla yayılır olacaq, və düzbucaqlı dalğaverəndə bu tezlikdə dalğaların başqa tipləri yayılmış olmayacaqlar [6]. Yumru dalğaverəndə  $N11$  dalğasının oyadılması yumruya düzbucaqlı dalğaverəndən köndələn bölmənin tədricən deformasiyasıyla hamar keçidin köməyi ilə mümkündür. Çünki, əks etmənin təsiri əhəmiyyətsiz idi,  $2\lambda_{CB}$  belə keçidin uzunluğunu götürürlər.

İndi dairəvi dalğaverəni seçmək lazımdır saçanı qidalandırmaq üçün [7, 8] daha əvvəl hesablanmış köndələn bölmənin ən böyük diametriylə konusşəkilli dielektrik anteninin milinin sonu  $D_{MAX} \approx 15.38 \text{ mm}$  və yumru dalğaverənin köndələn bölməsinin diametrini təxminən müəyyən edək.



**Şəkil 1.5 Düzbucaqlı dalğaverəndə N10-un əsas dalğasının sahəsinin strukturu (a- elektrik sahəsinin xətləri; b- maqnit sahəsinin xətləri).**

Ədəbiyyat, [5]-də verilmiş cədvəldən aşağıdakı konstruktiv və elektrik parametrlərinə malikdir dairəvi dalğaötürəni seçirik:

Rəqslərin ayrı-ayrı dalalarda kritik tezliyi, QHs-lərlə:

$H_{11}$  :- 10,0;  $E_{01}$  :- 13,1;  $H_{21}$  :- 16,7;  $H_{01}$  :- 20,9;

Nominal daxili diametri, millimetrlərlə: –  $17,475 \pm 0,017$ ;

Divarların nominal qalınlığı, millimetrdə – 1,27.

Nominal işçi tezliyi – 12,07 QHs;

H11 növ dalğanın sönməsi:

Nəzəri hesablanmış qiymət – 0,1524 dB/m-;

Dairəvi dalğaötürəndə H11 dalğasının sahəsinin strukturu şəkil 1.6-da göstərilən kimidir.

$E_{mn}$  ( $H_{mn}$ ) dalğaötürən üzrə raspostranyaetsya tipinin elektromaqnit dalğası, əgər şərt yerinə yetirilsə (1.18).

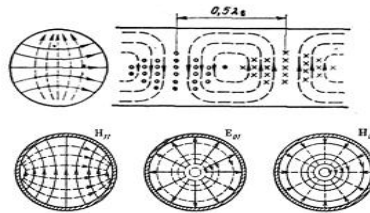
$H_{mn}$  tipinin dalğaları üçün kritik dalğanın uzunluğu nisbətdən təyin edilir:

$$\lambda_{KP}^{H_{mn}} = \frac{2 \cdot \pi \cdot a_{KPYTL}}{\eta_{mn}} \quad (1.25)$$

harada m n – "n" cı Besselya "m-ın" törəmə funksiyasının cı kökü – sıra Emn tipinin dalğaları üçün:

$$\lambda_{KP}^{E_{mn}} = \frac{2 \cdot \pi \cdot a_{KPYTL}}{\xi_{mn}} \quad (1.26)$$

harada mn – "n" cı sıranın Besselya "m-ı" funksiyasının kökü



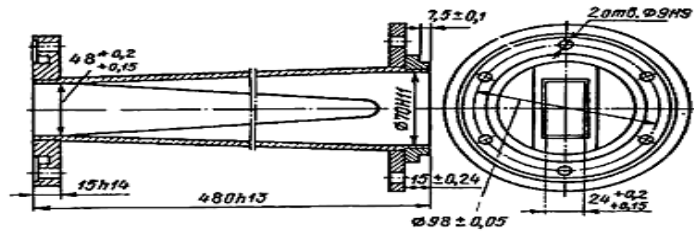
**Şəkil 1.6. Dairəvi dalğaötürəndə H11 sahəsinin strukturu. Dairəvi dalğaötürəndə H11: ilk dairə - elektrik sahəsinin xətləri, 2-ci maqnit sahəsinin xətləri.**

Rasçitaem dalğalar üçün dalğaların kritik uzunluqları, hansılar ki, seçilmiş yumru dalğaverəndə 11 QHs tezlikdə şüalanmanı bacararlar [7].

H11-in əsas dalğası üçün:  $\lambda_{KP}^{H_{11}} = 29,298$  MM.  $E_{01}$ -Dalğa üçün:  $\lambda_{KP}^{E_{01}} = 22,88$  MM.

$H_{21}$ -Dalğa üçün:  $\lambda_{KP}^{H_{21}} = 17,95$  MM.  $H_{01}$ -Dalğa üçün:  $\lambda_{KP}^{H_{01}} = 14,34$  MM.

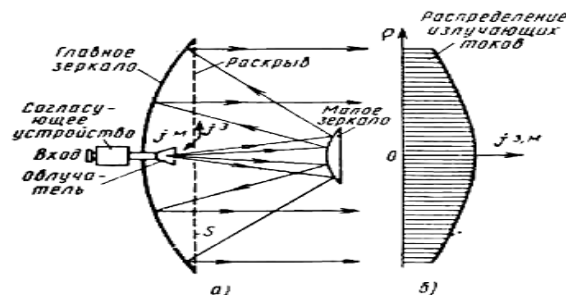
Yumruya düzbucaqlı dalğaverəndən hamar keçidin uyğunlaşdırılması üçün spolzuemoqo konstruksiyasının nümunəvi növü şəkildə təsvir edilmişdir. 1.7.



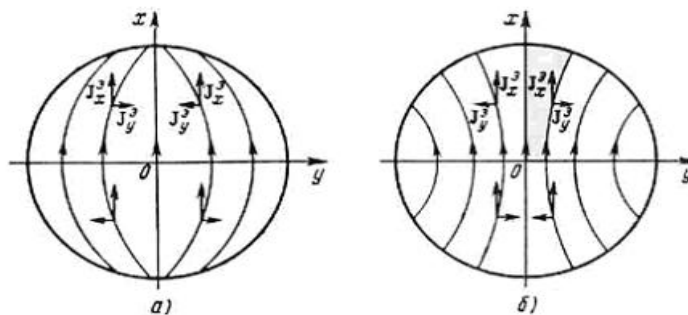
Şəkil 1.7. Düzbucaqlı dalğaötürəndən hamar keçidin konstruksiyası. En kəsiyi 48\*24 millimetr. Dairənin diametri 70 millimetr.

**Hesablanmış antenanın konstruksiyası.** Şəkil 1.1 və şəkil 1.2-ni nəzərə alaraq, həmçinin daha əvvəl hesablanmış uyğun olan bənddə reflektorların ölçüləri 1.3 təklif edilir, antenanın konstruksiyası şəkil 1.8-də verilmişdir, bu antenmanı və fırlanmanın paraboloidinin açılışında səthi cərəyanların paylanması bölgüsünü reallaşdırmağa imkan verir (şəkil 1.9).

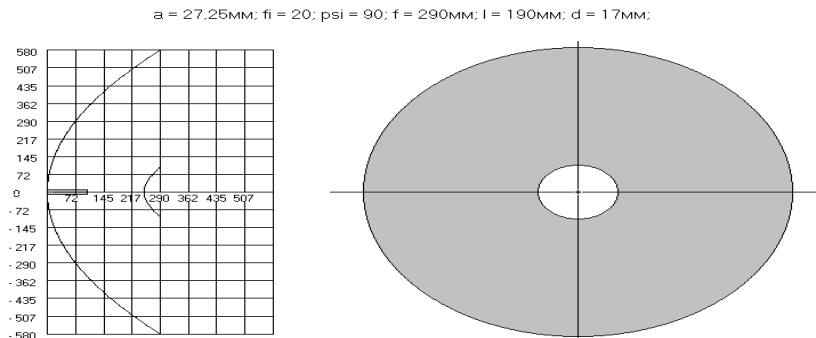
Planlaşdırma prosesində anten-fider qurğusunu ilk məlumatlara təmin edəni reallaşdırmağı bacardı [7, 8], məhz istiqamət diaqramının eniylə 11 QHs tezlikdə Kossiqren sxemi üzrə ikigüzgüli antenanın işini səviyyə üzrə təmin etmək – yan ləçəklərin səviyyəsiylə 1,5 dərəcədə 3 dB deyil daha çox – 18,3 dB, 41 dB və səthinin istifadə əmsalı 0,704 bərabər gücləndirmə əmsalıdır. Bütün əsas hesablanmış məlumatlar şəkil 1.10-da göstərilmişdir.



Şəkil 1.8. İkigüzgüli kossiqren sxemi üzrə parabolik antenna a – sxem və şüaların gedişi, b – radius üzrə sağan cərəyanların bölgüsüdür.



Şəkil 1.9. Paraboloidin fırlanan açılışında səthi cərəyanların bölgüsü.



**Şəkil 1.10. Güzgülü antenanın hesablanmış parametirləri.**

**Mövzunun aktuallığı :** Müasir elm və texnikanın bir çox sahələrində müxtəlif növ elektrik siqnallarının, o cümlədən kosmik şüalanmaların, yer səthimim öyrənilməsində distant tədqiqatlarda, radorabitı, radioverilişində siqnalların verilişi və qəbulu problemlərinə tez-tez rast gəlirik. Buna görə də ikigüzgülü antenalar geniş və çox tərəfli tətbiq sahələrinə, o cümlədən radorabitə, radioyayım, radioastronomiya, ölçü-nəzarət texnikası, telemexanika, avtomatika və sair sahələr aiddir. Ona görə dB, ikigüzgülü antenaların xarakteristikalarının analizi və tədqiqidir aktual bir mövzudur.

**Tədqiqatın məqsədi :** kossiqren sxemli ikigüzgülü antenanın konstruktiv elementlərin və xarakteristikalarının analizi və tədqiqidir.

**Tədqiqatın metodları:** Radiodalğalarının yayılması, toplanması və əks olunması nəzəriyyələri, antena-fider qurğuları, optik proseslər, Maksvell tənlikləri.

**Tədqiqatın obyektı və predmeti.** Kossiqren sxemli ikigüzgülü antenalar

**Nəticə:** Kossiqren sxemli ikigüzgülü antenanın konstruktiv elementlərin və xarakteristikalarının analizi və tədqiqindən aşağıdakı elmi nəticələr alınmışdır:

İkigüzgülü antenanın hesablanmış parametirləri: baş ləçəyin istiqamət diaqramının eni - 0 4 , istiqamətləndirmə əmsalı - 3150, güzgü səthinin istifadə əmsalı- 0.05, yan ləçəklərin səviyyəsi - 25dB, şüalandırıcının quraşdırılmasında buraxıla bilən hədləri: horizontal 0.565 sm və vertikal 1.5± sm

## ƏDƏBİYYAT

1. Айзенберг, Г.З., Ямпольский, В.Г., Терешин, О.Н., Антенны УКВ. – М.: Связь, 1971. В 2-х частях.
2. Конарейкин, Д.Б., Потехин, В.Л., Шишкин, И.Ф. Морская поляриметрия. – Л.: Судостроение, 1968. – 328 с.
3. Лавров, А.С., Резников, Г.Б. Антенно-фидерные устройства. Учебное пособие для вузов. – М.: Советское радио, 1974. – 368 с.
4. Хмель, В.Ф. Антенны и устройства СВЧ. Сборник задач. Издательское объединение «Вища школа», 1976. – 216 с.

## Calculating of constructive elements and measures of reflectors, focal distances and angular measures double mirrored, schmedkossigren antennas

Azer H.S., Mammadov N.K., Dashdamirova N.D.

## SUMMARY

Some types of mirror antennas can provide fast scanning of rays in the angular sector. Mirror antennas are the widespread type of antennas in the radio astronomy and cosmic





communication, so by means of mirror antennas with an open effective surface creation of establishment of huge antennas measured thousands of square metres were succeeded.

**Key words:** kossigren, antenna, double-mirrored, electromagnetic waves.

**Вычисление фокусного расстояния и измерения угла касегреной схемы, элементы конструктивной двойного зеркала и измерения рефлекторов**

**Гусейн А.С., Маммедов Н.К., Дашдамирова Н.Д.**

#### РЕЗЮМЕ

**Резюме:** Некоторые типы зеркальных антенн обеспечивают быструю подачу скорости луча в секторе углов. Зеркальные антенны являются наиболее распространенным типом антенн в космической связи и радиоастрономии, а с помощью зеркальных антенн удалось создать большую антенную структуру с эффективной поверхностью, измеряющей тысячи квадратных метров.

**Ключевые слова:** касегрен, антенна, двойное зеркала, электромагнитные волны.

Redaksiyaya daxilolma 15.05.2024

Çapa qəbul olunma 12.12.2024





UOT621.004.37

<https://doi.org/10.30546/678209.2025.01.036>

## KARBON NANOBORUCUQLAR VƏ KOMPÜTERLƏRİN GƏLƏCƏYİ

<sup>1</sup>Aslanov Əkrəm Əhməd oğlu, <sup>2</sup>Kəsəmənli Hamlet Cümşüd oğlu,  
<sup>3</sup>Yaqubova Lalə Emin qızı

<sup>1,3</sup>Gəncə Dövlət Universiteti, <sup>2</sup>Azərbaycan Texnologiya Universiteti

<sup>1</sup>aslanov.akram@mail.ru; <sup>2</sup>hamlet.kesemenli@mail.ru; <sup>3</sup>lalayaqubova@mail.ru

**Xülasə.** Müasir kompüterlərin əsasını yarımkeçirici tranzistorlardan quirlənmiş məntiq sxemləri təşkil edir. Bu elementlərin indiki yaradılma texnologiyası - silikon çiplərdə bir-birindən eni minimum 20 nanometrə qədər (bundan daha sıx olanda elektronlar tranzistorun ayırıcı təbəqələrini deşə bilər - cıqırlar arasında qısa qapanma yaranır) aralı yerləşdirilmiş cıqırlı mikrosxemlərdir. Dünyada artıq ən kəsiyi nanometr olan karbon nanoborucuqlar alınmışdır və ondan istifadə olunmaqla tranzistor yaradılmışdır. Bu texnologiyanın əməli yaddaş qurğularında istifadəsi, yaddaşın sıxlığını və sürətini 10-larla dəfə artırma bilər.

**Acar sözlər:** kompüter, elektron yaddaş, tranzistor.

**Giriş.** 1985-ci ild Robert Kerl, Harold Kroto və Riçard Smolli karbon atomlarının yeni halını – fullerenləri kəşf etdilər. Onlar bu kəşfə görə 1996-cı ildə Nobel mükafatına layiq görüldülər. Fullerenin molekulunun əsasını karbon atomları təşkil edir. Bu kimyəvi elementin fərqləndirici xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, o, müxtəlif tərkibli maddələrlə, müxtəlif quruluşda asanlıqla birləşir. Kimyadan məlumdur ki, karbonun əsasən iki allotrop halı - qrafit və almaz mövcuddur. Fullerenlərin kəşfindən sonra karbonun yeni bir allotrop halı da aşkar edildi.

Fulleren molekulunun quruluşunun tədqiqini davam etdirən Yaponiyalı professor S.İidzima 1991-ci ildə nanoborucuq adlanan uzun karbon silindrini müşahidə etmişdir (şəkil 1).



**Şəkil 1. Karbon nanoborucuq.**

Nanoborucuq – milyon karbon atomundan ibarət elə bir molekuldur ki, borunun diametri nanometr tərtibində, uzunluğu isə bir neçə on mikrondur. Borunun divarlarında karbon atomları düzgün altıbucaqlının təpə nöqtələrində yerləşir. Nanoborucuqların diametri tükəndən 100 dəfə kiçik olmasına baxmayaraq, davamlı və möhkəmdir. Poladdan 50 - 100 dəfə möhkəm, həm də sıxlığı poladdan altı dəfə kiçikdir. Nanoborucuqlar möhkəm rezin boruları xatırladır. Xarici mexaniki gərginlikdən borucuq qırılmaz, sınmır, sadəcə onun təşkil olunduğu atomlar öz yerini dəyişir. Onların elektrik, maqnit və optik xassələri də fərqlidir. Qeyri-adi elektrik xassələrinə malik olan nanoborucuqlar nanoelektronika üçün yaxşı materialdır.

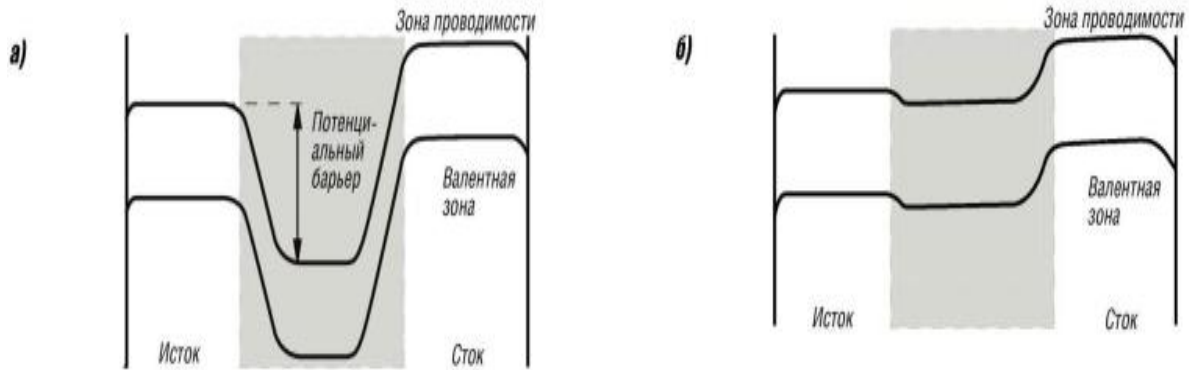
**Karbon nanoborucuq (KNB) tranzistorlar.** Aydın ki, mikrosxem istehsalı üçün indi istifadə olunan silikon bazalı ənənəvi texnologiyalar ölçülərinə (kiçikliyinə) görə artıq öz nəzəri sərhədlərinə (12 nanometr) çatmışdır. Mikrosxemlərin əsas funksional hissəsi olan tranzistorun ölçüləri isə molekulun ölçülərinə - nanometrlərə yaxınlaşmışdır. Deməli, silisium metal-oksid-yarımkeçirici erasını bitmiş hesab etmək olar. Bu istiqamətdə yeni texnologiya - tranzistorların silikon əvəzinə KNB bazasında hazırlanmasıdır. Belə tranzistorlar sələflərinə



nisbətən daha kiçik (molekul ölçülərinə yaxın) və daha tezişləyəndir (hesablamalara görə KNB-lər terrahers tezliklərində işləyə bilər - indiki kompüterlərdən 100 dəfələrlə çox).

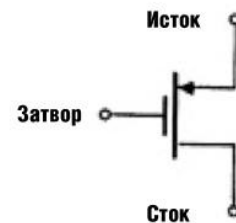
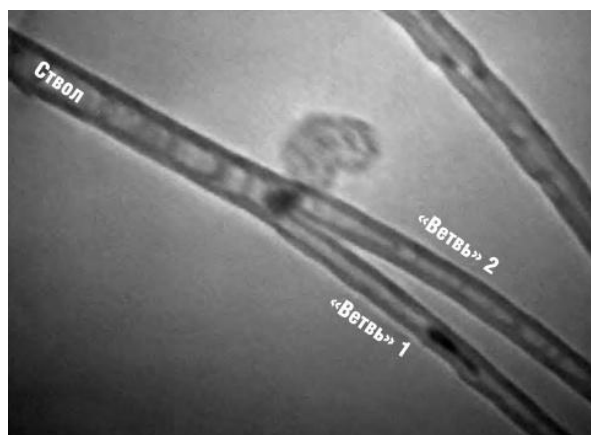
Bu tranzistorlar necə hazırlanır. Tranzistoru KNB-lərdən istifadə etməklə ənənəvi sahə tranzistorlarına analoji yaratmaq olar. Bunlarda ötürücü kanal kimi KNB-dən istifadə olunur (Şəkil 2).

Tranzistor aşağıdakı kimi hazırlanır: Silisium səthə mənşəb (stok) və mənbə (istok) olan elektrod cütü tozlandırılır. Onların arasına KNB yerləşdirilir. Səth özü sürgü(zatvor) rolu oynayır. Adi halda dəşiklər üçün sədd olduğu üçün kanal bağlıdır. Keçirici zona (Зона проводимости) və valent zona (валентная зона) eni bir neçə Ev olan qadağan zonası ilə ayrılır (şəkil 2a). Sürgüyə gərginlik versək KNB olan yerdə elektrik sahəsi yaranır və onun zona diaqramı dəyişir, KNB yaxşı keçiriciyə çevrilir (şəkil 2b). Beləliklə sürgüdə gərginliyi dəyişməklə KNB-da cərəyanı tənzimləmək olar - taranzistoru açmaq və bağlamaq olar.



**Şəkil 2. Tranzistoun xarici sahəsiz (a) və xarici sahəli (b) zona diaqramları**

KNB tranzistorların hazırlanma texnologiyaları silisium texnologiyalarına nisbətən daha sadədir. Bu tip tranzistorları KNB tərkibli “boya”nı çəkməklə yaratmaq olar. Hal-hazırda KNB tranzistorun bütöv (elektrodlu, izolyasiyalı və KNB kanallı) çapı texnologiyası da mövcuddur. Bundan əlavə Y – şəkilli KNB-lər sintez etmək mümkündür ki, heç bir əlavə elementdən istifadə etmədən tranzistor yaratmaq olar. Belə tranzistorun elektron mikroskopda alınmış fotosu şəkil 3-də göstərilir.



**Şəkil 3. Y-şəkilli KNB trannzistor**

Belə strukturun yaradılması üçün hazır KNB-nin üzərinə ikinci budağın (ветвь 2) yaranmasına xidmət edən katalitik aktiv titan nanozərrəcikləri tozlandırılır. KNB-nin



gövdəsinə gərginlik verəndə elektronların bir budaqdan o birinə axını dayanır. Elə ki, gövdənin potensialı 0 olur, budaqlarda cərəyan axını bərpa olunur. Beləliklə bu struktur sahə tranzistoru kimi fəaliyyət göstərir.

**Mövzunun aktuallığı.** Kompüterlərin funksional qurğularının – mikroprosessor və yaddaşın yeni texnologiyalı element bazası əsasında yaradılması, onların informasiya emal etmə sürətini onlarla dəfə artırmağa bilər. Müzakirə olunan karbon nanoborucuqlu tranzistorlardan məntiq sxemlərində istifadə, yeni – nanoelektronika nəslili kompüterlərin yaradılması deməkdir.

**Tədqiqatın məqsədi.** Kompüterlərin yaradılmasında tədqiq olunan yeni texnologiyaları araşdırmaq və bu tipli praktiki tədqiqatların aparılmasını stimullaşdırmaqdır.

**Tədqiqat obyekti.** Nanoborucuqlar əsasında yaradılmış tranzistorlar.

**Tədqiqat metodu.** Nanoelektronika sahəsində müxtəlif tədqiqatların nəticələrinin birlikdə analizi və bu istiqamətli perspektivlərin proqnozlaşdırılması.

**Nəticə.** Budaqlanmış KNB texnologiyası kompüterlər üçün ifrat kompakt və ifrat tez işləyən mikrosxemlərin yaradılmasına imkan yaradır. Bu texnologiyalardan istifadə olunmaqla yaradılan məntiq sxemlərinin əməli yaddaş qurğularında istifadəsi, yaddaşın sıxlığını və sürətini 10-larla dəfə artırmağa bilər.

**Tədqiqat işinin tətbiqi əhəmiyyəti.** KNB tranzistorların hazırlanma texnologiyaları silisium texnologiyalarına nisbətən daha sadədir. Materialşünaslıqda ən kəsiyi nanometr olan karbon nanoborucuqlar alınmışdır və fiziklər artıq ondan istifadə olunmaqla tranzistor yaratmışlar. Bu texnologiyanın əməli yaddaş qurğularında istifadəsi, yaddaşın sıxlığını və sürətini 10-larla dəfə artırmağa bilər. Bu istiqamətli tədqiqatların Azərbaycanda aparılması üçün şərait və perspektivlər var.

## ƏDƏBİYYAT

1. Abdinov, Ə.Ş., Səfərov, V.H. Elektron texnikasının materialları və nanotexnologiyanın əsasları. Bakı, 2010. 850s.
2. Paşayev, A.M., Ağayeva, S.X. Nanomateriallar, tədqiqat üsulları, cihazlar. Bakı, 2012.
3. Запороцкова И.В. Углеродные и неуглеродные наноматериалы и нанокompозитные структуры на их основе: строение и электронные свойства. Волгоград, 2009. 490 с.
4. <http://static.bsu.az/w27/Bakmuh/vlinhf/muh-3%20nhf.pdf>
5. <http://www.technet.az>

## УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ И БУДУЩЕЕ КОМПЬЮТЕРОВ

Асланов А.А., Касаманли Г.Дж., Ягубова Л.Е.

### РЕЗЮМЕ

Основой современных компьютеров являются полупроводниковые транзисторные логические схемы. Технология нынешнего поколения этих элементов представляет собой кремниевую микросхему, логические элементы и котором расположены на треках, расстояние между ними не менее 20 нм (ниже этого значения происходит короткое замыкание между треками). Используя углеродные нанотрубки уже создан транзистор с размером близким 1 нм. Использование этой технологии в запоминающих устройствах может увеличить плотность и быстродействие памяти десятки раз.

**Ключевые слова:** компьютер, электронная память, транзистор.

**CARBON NANOTUBES AND FUTURE OF COMPUTERS****Aslanov A.A., Kasamanli H.J., Yaqubova L.E.****SUMMARY**

The basis of modern computers is semiconductor transistor-derived logic schemes. The present generation technology of these elements is silicon chips that are spaced with a width of less than 20 nanometers (more closely interconnected with electrons, which breaks the separating layers of the transistor). In the world, carbon nanoscapilys have already been cut off and the transistor (metal-semiconductor) has been purchased. The use of this technology in practical memory devices can increase memory density and speed by over to 10 times.

**Keywords:** computer, electronic memory, transistor.

Redaksiyaya daxilolma 15.05.2024

Çapa qəbul olunma 12.12.2024





UOT 65.011.56.664(070)

<https://doi.org/10.30546/678209.2025.01.038>

## AVTOMATİK İDARƏETMƏ QURĞU VƏ SİSTEMLƏRİNİN RESURSLARININ TƏYİNİ

<sup>1</sup>Hacıyev Rövşən Mustafa oğlu  
Azərbaycan Texnologiya Universiteti

<sup>1</sup>[rovshanhajiye@mail.ru](mailto:rovshanhajiye@mail.ru)

**Xülasə:** Hazırda avtomatik idarəetmə sistemlərində maşın, qurğu elementlərin yəni sistemə daxil olan texniki vasitələrin hər birinin ayrı ayrılıqda və ya kompleks şəkildə mövcud nəzarət vasitələri ilə diaqnostikası aparılır müəyyən edilir daimi və ya vaxtaşırı müəinə edilib onların parametrlərinin buraxılabilən həd daxilində olub olmamasının müəyyən edilir. Təyin edilməsi baş verən mənfi dəyişiklikləri aşkar edildirsə onun vaxtında aradan qaldırılması barədə tədbir görülür bunun üçün üsul və vasitələrin işlənilib təkmilləşdirilməsi vacib və aktual məsələdir belə ki, bu ayrı-ayrı qurğuların və ümumi sistemin uzunömürlülüüyünün təmin edilməsinə imkan yaradır.

**Açar sözlər:** sistem, qurğu element, parametrlər, dəyişiklik, resurs, diaqnostika.

Hazırda avtomatik idarəetmə sistemlərində maşın, qurğu elementlərin yəni sistemə daxil olan texniki vasitələrin hər birinin ayrı ayrılıqda və ya kompleks şəkildə mövcud nəzarət vasitələri ilə diaqnostikası aparılır müəyyən edilir daimi və ya vaxtaşırı müəinə edilib onların parametrlərinin buraxılabilən həd daxilində olub olmamasının müəyyən edilir. Təyin edilməsi baş verən mənfi dəyişiklikləri aşkar edildirsə onun vaxtında aradan qaldırılması barədə tədbir görülür bunun üçün üsul və vasitələrin işlənilib təkmilləşdirilməsi vacib və aktual məsələdir belə ki, bu ayrı-ayrı qurğuların və ümumi sistemin uzunömürlülüüyünün təmin edilməsinə imkan yaradır. Əgər element, qurğu və sistemdəki dəyişirikliyin riyazi modeli işlənərsə onda onun vasitəsi ilə cari və cari vaxtından sonrakı funksional iş müddəti qalıq resursu asanlıqla təyin etmək olar - proqnozlaşdırıla bilər.

**Tədqiqat obyekti.** Avtomatik və ya avtomatlaşdırılmış qurğu, sistem və ya onların blok və ya elementləri.

**Tədqiqat metodikası** - nəzəri tədqiqatlar texniki sistemlərin diaqnostikası nəticələrinin qrafo analitik üsulla işlənərək, riyazi təsvirin alınması hesabına obyektin resursunun hesabat düsturu verilir.

### Materiallar və müzakirələr

1.Proqnozlaşdırmanın ümumi məsələləri. Avtomatik idarəetmə sistemlərinin texniki vəziyyətinin proqnozlaşdırılması əsasən, aşağıdakı məsələləri əhatə edir [2, 4]:

- ümumi anlayış;
- parametrlərin dəyişməsi prosesinə təsir edən amillər;
- eyni adlı elementlərin parametrlərinin dəyişməsi;
- görülən iş həcmi və ya vaxtdan asılı olaraq parametrlərin dəyişmə qanunauyğunluğu;
- parametrlərin dəyişməsinin riyazi və qrafiki ifadəsi.

Avtomatik idarəetmə sistemlərində bir deyil bir neçə bir-biri ilə əlaqəli qurğu və avadanlıqlar olur və idarəetmə prosesində bir qayda olaraq bir qurğunun çıxış parametri digər ondan sonra gələn qurğu avadanlıq üçün giriş parametri olur.

Bununla belə hər bir qurğunun özündə bir neçə blok qovşaq, və hissələr olur ki, onların da hər birinin cari vəziyyətindən asılı olaraq həmin qurğunun cari vəziyyəti dəyişir bu da öz növbəsində sistemin işinə təsir göstərilir. Ona görə də yuxarıda göstəriləndi kimi ümumi sistemin cari vəziyyətinin təyin edilməsi üçün gərək bu sistemi əmələ gətirən qurğu və ondakı





blok, qovşaq və elementlərin diaqnostik parametrləri tədqiq edilə və onlardakı dəyişiklik müəyyən edilə. Sistem onun qurğu və avadanlıqların vəziyyəti dinamikada üç proseslə səciyyələndirilir:

- elementin keyfiyyəti dəyişmədən vəziyyət parametrlərinin dəyişməsi;
- elementin keyfiyyətinin dəyişməsilə birlikdə vəziyyət parametrlərinin dəyişməsi;
- vəziyyət parametrlərinin dəyişməsilə qurğu və avadanlıqların keyfiyyətinin dəyişməsi.

Bu üç prosesdən: birinci prosesin başlanğıcdan hədd vəziyyətinə qədər diapazonda elementin normal işini; ikinci proses elementin dayanmasını və onun hədd vəziyyətinə çatmasını; üçüncü prosesə nəinki elementlərin, hətta qurğunun və sistemin əsas aqreqlərinin iş qabiliyyətini itirməsini əks etdirir.

Proqnozlaşdırma metodları imkan verir ki, müəyyən dəqiqliklə gələcək üçün sistemin, onun qurğu və elementinin vəziyyəti təyin edilsin.

Texniki istismarda proqnozlaşdırma nəzəriyyəsi üçün istifadə edilir:

Hər bir maşın mexanizm qurğu və sistemin texniki vəziyyətinin təyin edilməsi istifadə olunan texnikadan səmərəli uzun müddətli istifadə olunması üçün əsas şərtlər masındakı məlumatları ibarətdir. Bu maşında cari vəziyyətdə və cari vəziyyət məlumatları əsasında sonrakı baş verəcək dəyişikliyin necə olacağını, maşın və mexanizmin qalıq resursunun nə qədər olduğu barədə nəticə çıxarmağa imkan verir.

- sistem, maşın, qurğu, onların döyün, qovşaq və hissəsinin parametrlərinin texniki xidmət və təmir tələb etməyən hədd (buraxılan) dəyişməsinə müəyyən etmək;
- sistem qurğu və elementin qalıq resursunu təyin etmək, yəni yoxlanılan vaxtdan təmir edilmə vəziyyətinə qədər görəcəyi işin və ya keçəcəyi vaxtın miqdarını təyin etmək.

Birinci hal elementin uzun ömürlülüynü və təmirarası müddəti təyin edərkən; ikinci hal isə proqnoz verilən andan başlayaraq elementi təmir etmək vaxtını təyin edərkən tətbiq olunur.

Proqnozlaşdırmanın riyazi əsasını ədədi analiz və ya təsadüfi funksiyalar nəzəriyyəsi təşkil edir.

Proqnozlaşdırma nəzəriyyəsinin əsas qaydalarından biri budur ki, gələcəkdə hissənin parametrlərinin dəyişməsi (məsələn hissənin yeyilməsi) haqqında işə və ya iş vaxtına görə nəticə çıxarmaq üçün keçmişdə (cari anadək) bu parametrlərin dəyişməsinə dair məlumatlardan istifadə edilir. Keçmişdə parametrlərin dəyişməsi haqqında işə informasiya nə qədər çox olarsa, bir o qədər də gələcəyin proqnozunu daha dəqiq vermək olur.

Parametrlərin dəyişməsinə dair iki növ informasiya ola bilər: eyni adlı elementlərin külliyyəti üçün məlumatlar; konkret element üçün məlumatlar. Birinci halda parametrlərin orta statistiki dəyişməsinə və bu dəyişmənin orta-kvadrat meyletməsinə görə proqnozlaşdırma metodundan istifadə edilir.

Hər iki halda informasiya mövcud olduqda, realizasiyaya görə proqnozlaşdırma üsulunun tətbiq edilməsi mümkün olur. Bu metoda görə konkret elementin parametrlərinin keçmişdə fərdi dəyişməsinə görə və eləcə də eyni adlı elementlərin külliyyətinin parametrlərinin dinamikasının təhlilində əsasən, parametrlərin gələcəkdə dəyişmə xarakteri haqqında qabaqcadan fikir yürüdürlür. Göründüyü kimi proqnoz vermək üçün görülmə iş həcmi və ya istismar vaxtından və digər amillərdən asılı olaraq elementlərin parametrlərinin dəyişmə xarakteri öyrənilib müəyyən edilməlidir.

2. Parametrlərin dəyişməsinə təsir edən amillər. Sistemin onun qurğu və elementlərinin parametrlərin dəyişmə intensivliyi və uzun ömürlülüynü təsadüfi kəmiyyətdir, görülmə iş



həcmindən və ya iş vaxtından asılıdır.

Hər bir elementin parametrlərinin dəyişməsinin intensivliyi sabit, kəsilməz və yaxud diskret dəyişən kəmiyyət ola bilər.

Bu baxımdan texniki vasitələrin, cari, vaxtaşırı diaqnostikası aparılır, nəticələr təhlil olunur və qərar qəbul edilir. Bunun üçün texniki vəziyyətin dəyişməsinə təsiredən amillər nəzərə alınır onların prosesə mənfi təsirini aradan qaldırılması, profilaktik tədbirlərin görülməsi vacib və aktual məsələdir. Avtomatlaşdırılmış və avtomatik idarəetmə sistemində, sistemdə baş verən dəyişiklik həm obyektin mexaniki hissəsindəki amillər, həm də avtomatikanın özündə baş verən dəyişikliklər məcmusu kimi baxılmalıdır.

Sistemin onun qurğu və avadanlıqlarının layihəsi verilirərkən və hazırlanarkən hissələrin verilmiş həndəsi formaları, ölçüləri və qarşılıqlı yerləşmələri elementin strukturası adlanır. Elementin strukturu parametrlərinin kəmiyyətcə dəyişməsilə yanaşı bir sıra hallarda onun keyfiyyətcə də dəyişməsinə müəyyən edir.

Parametrlər dəyişməsinin hədd qiyətinə çatması elementin dayanması ilə təyin edilir. Hədd qiyəti nə qədər böyük olarsa, elementin xidmət müddəti bir o qədər uzun olar.

Elementin parametrlərinin hədd qiyətindən istifadə edərək sistem və qurğunun elementlərinin, düyünlərinin, aqreqatların və avadanlıqların xidmət müddəti, texniki qulluqlar arası və təmir arası iş həcmi və ya iş vaxtı təyin edilir. Parametrlərin hədd qiyətləri birinci növbədə yeyilmənin, aşınmanın və ya nizamalamaların pozulmasının hədd qiyətləri arasında baş verir. Ona görə də seçilmiş parametrdə məsələn kontaktlarda yeyilmənin hədd qiyətini təyin etmək lazım gəlir. Yeyilmənin hədd parametrləri yeyilən hissələrin elə hədd ölçülərinə deyilir ki, bu ölçüyə çatana qədər düyün və qovşaq normal işləyir və bundan sonra isə normal işi pozulur.

Texnikanın müxtəlif sahələrində istifadə olunan sistem maşın və qurğuların parametrlərinin hədd ölçüləri əsasən aşağıdakı kriterlərə görə təyin edilir: texniki; keyfiyyət; ən böyük məhsuldarlıq; ən kiçik istismar xərcləri; etibarlılıq.

Texniki kriterə görə hədd parametrlərinin müəyyən edilməsi və ya yeyilmə intensivliyinin kəskin artmasına görə olur. Bəzi hallarda isə texniki kriter etibarlılıq kriterinə gətirib çıxardır. Məsələn üçün, sürətlər qutusunun dişli çarxlarının dişlərinin və vallarının şlislərinin yeyilməsinin hədd qiyəti yeyilmə dayanmasına (öz-özünə ötürmədən çıxmağa) səbəb olur. Avtomatik sistemdə gücləndiricinin hədd gücləndirmə əmsalı o haldır ki, bu vəziyyətdə sistem işləmir və ya qoşulma qurğularında kontaktlar arası aşınma və kömürləşmə cərəyan keçiriciliyini pisləşdirir və nəhayət cərəyan ötürülməsini dayandıra bilər.

Bir sıra hallarda sistem, maşın və qurğuların keyfiyyət kriteri hissənin yeyilməsi kömürləşməsi və s. dəyişikliklərə onların iş keyfiyyətinə təsirinə görə müəyyən edilir.

İstismar xərcləri kriterinə görə parametrlərin hədd qiyətini təyin etmək üçün iş vaxtından asılı olaraq bir qrafikdə istismar xərclərinin və parametrlərin dəyişmələrinin ayrılması qurulur, istismar xərcinin ən kiçik qiyətinə müvafiq olan parametrlərin dəyişməsinin hədd qiyəti tapılır.

Etibarlılıq kriterinə görə parametrlərin hədd qiyətinə çatması elementin dayanması ilə təyin edilir. Əvvəlcədən etibarlılığa qiymət verib və buna müvafiq parametrlərin dəyişməsinin hədd qiyəti tapılır.

Elementin vəziyyət parametrlərinin dəyişmə intensivliyinə təsir edən amillərdən biri də sistemin qurğu və elementlərinin köhnəlməsidir.

Sistemdə qurğu və aqreqatın köhnəlməsinə səbəb olan əsas üç amili göstərmək olar:

- dəyişdirilməyən bazis hissələrinin yeyilməsi aşınması və deformasiyası;



- bir neçə təmirarası müddətdə istismar olunan dəyişdirilə bilən hissələrin yeyilməsi;
- qurğunun tez-tez təmir edilməsi.

Elementin vəziyyət parametrlərinin buraxıla bilən dəyişməsi xarici istismar amillərinə aiddir. Hissələrin buraxıla bilən yeyilməsinin, aşınmalarının hədd qiyətlərini artırıdığında bu istismar prosesində dayanmaların sayının azalmasına təmir və bərpa ehtiyat hissələrinin sərfəsinin azalmasına səbəb olar.

Buraxıla bilən yeyilməni, aşınmanı kiçik həddə qəbul etdikdə dayanmaların sayı çox olur, təmir və bərpa ehtiyat hissələrinin sərfəsi artır.

Xarici istismar amillərinin biri də nəzarətə qədər və yaxud təmirə və bərpa qədər iş həcmidir. Nəzarətə qədər iş həcmi artdığında, yoxlamaların sayı azalır və maşının dayanma ehtimalı çoxalır. Təmirə qədər iş həcmi azaldığında isə vəziyyət parametrlərini tez-tez yoxlamaq imkanı artır və dayanmaların baş verməsinin qarşısı alınır.

Sistemlərdə maşın və qurğularda təmirə qədər iş həcmi müəyyən paylanma qanununa tabe olan dəyişkənlikə, variasiyaya malikdir. Bu dəyişkənlik də öz növbəsində elementlər məcmusunun vəziyyət parametrlərinin dəyişməsinə səbəb ola bilər.

Sistem, qurğu və elementlərin diaqnostikası onların dayanmalarının ehtimalına və resurslarına təsir göstərir. Diaqnostika əməliyyatı nəzərdə tutulmuş qabaqlayıcı tədbir kimi həyata keçirildiyindən təmirə qədər iş həcmi dəyişkənliyinin bir o qədər də əhəmiyyəti qalmır. Bununla belə sistemin qurğu və elementlərinin texniki vəziyyətindən asılı olan təmir arası resurs daha böyük dəyişkənlikə malik olur.

3. Parametrlərin dəyişməsinin riyazi modeli. Avtomatik idarəetmə sistemlərində qurğu və elementlərin parametrlərinin dəyişməsi prosesinə təsir edən amillərin təhlili göstərir ki, vəziyyət parametrlərinin dəyişməsi artan realizasiyalı təsadüfi funksiya ilə approksimasiya (yəni əvəz) edilə bilər. Təcrübələr göstərir ki, parametrlərin sıfırdan hədd qiyətinə kimi dəyişməsi qanunu monoton funksiya uyğun gəlir. Parametrlərin dəyişməsi daxili və xarici təsirlər vasitəsi ilə baş verir. Ona görə də parametrlərin dəyişməsinə iki təsadüfi kəmiyyətin cəmi kimi yazırlar:

$$U = U_0 + Z; \quad (1)$$

burada  $U$  - parametrlərin faktiki dəyişməsi;

$U_0$  - daxili (zavod) amillərin təsiri ilə parametrlərin nəzəri dəyişməsi;

$Z$  - xarici (istismar) amillərin təsiri ilə  $U_0$  kəmiyyətinin meylətməsidir.

Parametrlərin faktiki dəyişməsinə vaxtdan asılı olaraq bir təsadüfi  $U(t)$  funksiyası kimi baxmaq olar. Ümumi halda bu çox mürəkkəb bir ifadə verdiyi üçün kanonik parçalama metodundan istifadə edərək  $U(t)$ -ni elementar təsadüfi funksiyalara parçalamaq lazım gəlir.

$$U(t) = f_0(t) + \sum_{i=1}^n v_i f_i(t) \quad (2)$$

burada  $f_0(t)$  - təsadüfi funksiyanın riyazi gözləməsi;

$v_i$  -  $i$ -ci- parçalama əmsalı;

$f_i(t)$  -  $i$ -ci- koordinat funksiyasıdır.

Parçalama əmsalı olaraq iş həcmi başlanğıc anında  $U^0$  (mərkəzləşdirilmiş  $U$  kəmiyyəti) və  $Z$  götürülsə

$$U(t) = f_0(t) + v_c^0 f(t) + v^1 f_1(t) \quad (3)$$

burada  $f(t); f_1(t) - U^0$  - in və  $Z$  - in mütləq qiyətlərinin iş həcmindən asılılıqlarını göstərən



koordinat funksiyalarıdır.

$v_c^0$  - daxili (zavod) amillərin təsiri ilə vahid iş həcminə düşən parametrin mərkəzləşdirilmiş təsadüfi dəyişməsi olan parçalanma əmsalıdır.

$v^1$  - xarici (istismar) amillərin təsiri ilə parametrin dəyişmə vahidinə düşən mərkəzləşdirilmiş təsadüfi  $Z$  meyletməsi olan parçalanma əmsalıdır.

Yazmaq olar ki,

$$f(t) = \frac{f_0(t)}{v_0} \quad (4)$$

burada  $v_0 - U$  kəmiyyətinin  $t=1$  olarkən mərkəzləşdirilmiş təsadüfi qiymətinin riyazi gözlənməsidir.

$$v_c = v_0 + v_c^0$$

kimi qəbul etsək (3) düsturu belə sadə formada yazıla bilər:

$$U(t) = v_c f(t) + v^1 f_1(t) \quad (5)$$

Bu düsturda:  $v_c$ -nin vahidi parametrin vahidinin iş həcmnin vahidinə nisbəti kimidir:

$v^1$  - ölçüsüz ədəddir;  $f(t)$  və  $f_1(t)$ -nin vahidləri müvafiq olaraq iş həcmnin və parametrin vahidləridir. Yuxarıda alınan (5) düsturunun birinci toplananı daxili zavod amillərinin, ikinci toplananı isə xarici istismar amillərinin təsiri ilə parametrin dəyişməsinə xarakterizə edirlər. Parametrin dəyişməsi düzxətli təsadüfi funksiya olduqda:

$$U(t) = v_c t + Z \quad (6)$$

düsturu ilə təyin edilə bilər.

Parametrin dəyişməsi sığallı-qeyri xətti və yaxud nisbətən sığallı realizasiyaya malik olduqda ( $Z = 0$ ) olur və

$$U(t) = v_c t \quad (7)$$

düsturlarını alırıq. Yəni parametrin dəyişməsi iş vaxtı ilə düz mütənasibdir.

4. Sistemin xidmət müddətinin təyin edilməsi.

Sistemin xidmət müddətinin və resursunun təyin edilməsi, sistemdəki qurğuların, maşınların və qovşaqların xidmət müddəti aşınmaların, yeyilmələrin baş verməsi və nizamlamaların pozulmasının və yaxud bunları əks etdirən vəziyyət parametrlərinin dəyişmələrinin hədd qiymətlərinin intensivliyinin funksiyasıdır;

Aşınma yeyilməyə sınıma və digər uyğun təsirlərə görə xidmət müddəti

$$T_c = (D_0 - D_n) / (dn/dt) \quad (8)$$

nisbəti ilə təyin edilə bilər burada  $D_0$  və  $D_n$  müvafiq olaraq vəziyyət parametrlərinin başlanğıc və hədd qiymətləridir;

$dn/dt$  - maşının qurğunun və ya sistemin müvafiq göstəricilərinin vaxta görə dəyişmə intensivliyidir.

Xidmət müddətini parametrlərin dəyişməsinə görə tapmaq daha dəqiq olur.

Onda:

$$T_c = \frac{Y_H}{B_b} \quad (9)$$

burada  $U_n$  - parametrlərin dəyişməsinin hədd qiyməti;

$v_c$  - parametrlərin dəyişməsinin intensivliyi.



Elementlərin parametrlərinin dəyişməsi haqqında təcrübə məlumatlarının işlənməsində və təhlilində. Eyni adlı elementlər məcmusunun vəziyyət parametrlərinin dəyişməsini təsadüfi üstlü funksiya kimi istifadə edirlər:

$$U^1(t) = v_c t^a + Z + U_1 \quad (10)$$

burada  $a$  - parametrlərin dəyişmə xarakterini müəyyən edən kəmiyyət;

$Z$  - xarici amilin təsirindən baş verən dəyişiklik.

$U_1$  - elementin işlənilmə açılma dövründə vəziyyət parametrlərinin dəyişməsi.

5.Sistemin qurğu və maşınların, düyünlərin və elementlərin qalıq resursunun təyin edilməsi.

Qurğu və elementlərin parametrlərinin dəyişməsi aşağıdakı ifadə ilə təyin olunur:

$$U(t) = v_c t^\alpha + U_1 \quad (11)$$

Burada  $\alpha$  - əvvəllərdə aparılmış ölçmələrə əsasən məlum olur. Müəyyən edilmiş  $t$  iş vaxtından başlayaraq, proqnozu verilən  $t_m$  vaxtı üçün parametrlərin dəyişməsi aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$U(t + t_m) = v_c (t + t_m)^2, v_c = v_t$$

$$v_t = \frac{U(t)}{t^\alpha} \text{ oldugundan}$$

$$U(t + t_M) = U(t) \left(1 + \frac{t_M}{t}\right)^\alpha$$

kimi yazıla bilər. Qalıq resursu  $t_M$  - ə bərabər olarsa ( $t_{qal} = t_M$ ) onda

$U(t + t_M)$  əvəzinə parametrlərin hüdud dəyişməsini yazmaq olar. Yuxarıdakı tənliyi  $t_{qal}$  - görə həll etsək alırıq:

$$t_{qal} = t - \left[ \alpha \sqrt{\frac{U_n}{U(t)} - 1} \right] \quad (12)$$

burada  $t$  - diaqnoz verilən vaxt və ya elementin yerinə yetirmiş olduğu iş həcmidir və ya vaxtdır.

Vəziyyət parametrlərinin dəyişməsini, parametrlərin qiymətləri ilə ifadə etsək 12 ifadəsini aşağıdakı kimi yazmaq olar:

$$t_{qal} = t - \left( \alpha \sqrt{\frac{P_h - P_b}{P_D - P_b}} - 1 \right) \quad (13)$$

Burada  $P_h, P_b, P_D$  müvafiq olaraq parametrlərin hüdud, başlanğıc və diaqnoz verilən vaxt qiymətləridir.

**Nəticə.** Axırıncı formula imkan verir ki, vaxtaşırı aparılan diaqnostika nəticələrinə görə istənilən sistemin axırıncı aparılan diaqnostikasından sonrakı qalıq resursu təyin edilsin.

### ƏDƏBİYYAT

- 1.Bağırov, B.M., Avtomatik idarəetmə sistemlərinin diaqnostikası və etibarlılığı. ATU nəşri Gəncə 2010-150 səh.
- 2.Əliyev, R.Ə., Əliyev, R.R. Avtomatik İdarəetmə nəzəriyyəsi. - Bakı: Maarif, 2006.- 640səh.
- 3.İbrahimov, İ., Xaspoladov, F. Avtomatik tənzimləmə nəzəriyyəsinin əsasları və istehsal proseslərinin avtomatlaşdırılması. Maarif, Bakı, 1972. -448 səh.
- 4.Kazımov, M.S., Bağırov, B.M. Lokal idarəetmə sistemləri ATU nəşri Gəncə 2010-168səh.



5.Плужников, Л.Н. Автоматизация технологических процессов легкой промышленности.- М.: Высшая школа, 1984.- 368с

6.Карпина, Е.Б. Автоматизация технологических процессов пищевых производств.- М.: Агропромиздат, 1985.- 536 с.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕСУРСА АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ И УСТРОЙСТВ

Гаджиев Р.М.

### РЕЗЮМЕ

В настоящее время во всех автоматизированных и автоматических системах непрерывно или периодически проводится диагностирования текущие состояния и при этом проверяется работы функционирования входящие в них устройств, блоков и их элементов. Цели диагностирования является установить текущие функциональное состояния системы и одновременно определит наличие отклонение от этого состояния - состояние, обеспечивающая нормальную работы системы.

Это позволяет своевременно выявить недостатки в системе и устранить их, что в конечном результате увеличивается срок службы системы и элементов их составных устройств, блоков и частей. Тем самым достигается увеличение срок службы, производительность и качества работы, что одновременно сопровождаются увеличением экономической эффективности системы, уменьшается себестоимости производимой продукции.

**Ключевые слова.** Ключевые слова: система, элемент устройства, параметр, изменение, ресурс, диагностика.

## RESOURCE DEFINITION AUTOMATIC SYSTEMS AND DEVICES

Hacıyev R.M.

### SUMMARY

Currently, in all automated and automatic systems, current conditions are continuously or periodically diagnosed and the functioning of the devices, blocks and their elements included in them is checked. The purpose of diagnosing is to establish the current functional state of the system and at the same time determine the presence of a deviation from this state - the state that ensures the normal operation of the system.

This allows you to quickly identify shortcomings in the system and eliminate them, which ultimately increases the service life of the system and the elements of their composite devices, units and parts. Thereby, an increase in service life, productivity and quality of work is achieved, which at the same time is accompanied by an increase in the economic efficiency of the system, reduces the cost of production.

**Keywords:** system, device element, parameter, change, resource, diagnostics.

Redaksiyaya daxilolma 15.05.2024

Çapa qəbul olunma 12.12.2024







UOT 65.011

<https://doi.org/10.30546/678209.2025.01.042>

## İDARƏETMƏNİN AVTOMATLAŞDIRILMASI (KASSA SİSTEMİ)

Aslanbəy Yeganə Rüşət

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti

[yegiaslanbey@gmail.com](mailto:yegiaslanbey@gmail.com)

**Xülasə.** Məqalə idarəetmə sistemlərinin avtomatlaşdırılmasına, informasiya resurslarının elektronlaşmasına həsr olunub. Məqalədə Kassa sisteminin proqram təminatı yaradılıb.

**Açar sözlər:** İdarəetmə sistemi, elektronlaşma, sistemin avtomatlaşdırılması, kassa proqramı.

**Giriş.** Avtomatik idarəetmə sistemləri və ya AİS (ASU) - (ing. Automated management system) – ASU riyazi metodların, texniki vasitələrin və mürəkkəb obyekt və ya qarşıya qoyulmuş məqsədə uyğun olaraq prosesin rəşional idarə edilməsini təmin edən təşkilati komplekslərin yığıdır. Avtomatik idarəetmə sistemlərinə daxildir: informasiya, texniki və riyazi təminat daxil edilmiş əsas hissə və idarə etmənin konkret funksiyasını avtomatlaşdırən əlaqəli proqramlar aid edilən funksional hissə.

Avtomatik idarəetmə sistemi (AİS) – idarə olunan obyektin işləməsinə kömək edir və ya yaxşılaşdırır. Çox hallarda köməkçi AİS əməliyyatları da (işə salma, dayandırma, nəzarət, sazlama və s.) avtomatlaşdırılır. AİS əsasən hər hansı bir istehsalın və ya başqa kompleksin tərkibində işləyir. AİS-in idarə məqsədi, idarə konturu və siqnalların verilmə üsuluna görə səciyyələndirilir. İlkin olaraq AİS-in qarşısında duran məsələ idarə zamanı verilmiş parametrlin müəyyən qanunauyğunluqla dəyişməsinin təmin etməkdən ibarətdir. Bu sinifdən olan idarəetmə sistemləri arasında avtomatik tənzimləmə sistemləri - ATS fərqlənilir. ATS sistemləri idarə olunan parametrlin qiymətinin sabit saxlanması, əvvəlcədən hazırlanmış proqramla idarəetmə sistemi, idarə proqramı əvvəlcədən məlum olmayan izləyici sistemlər kimi bölünür. Sonralar idarəetmə məqsədi keyfiyyət göstəriciləri ilə əlaqələndirilməyə başladı. Keyfiyyət göstəricilərinin həddinə (kiçik və ya böyük) tələblər qoyulur. Bunun üçün adaptiv və özütənzimlənən sistemlər işlənmişdir. →Özütənzimlənən sistemlərdə idarə olunan parametrlin qiyməti əldə olunana qədər prosesin giriş parametrləri dəyişdirilir. Ən çox yayılmışlar prosesdə əldə olunmuş çıxış informasiyalarının analizi əsasında öz alqoritmini yaxşılaşdırən →özöyrənən sistemlərdir.

Adaptiv AİS sistemləri avtomatik ya da qeyri-avtomatik axtarış şəraitində optimal rejimlərdə işləyə bilirlər. Prosesin gedişində yaranan həyacanlanmanın kompensasiyası idarə sisteminin konturundan asılı olaraq yerinə yetirilir. Açıq konturlarda idarə üçün prosesdən siqnal daxil olmur. İdarəetmə əvvəlcədən məlum proqrama uyğun icra olunur. Qapalı konturlarda isə prosesin çıxış parametrlərinə nəzarət nəticəsində əldə edilən siqnallarla işləyən əks əlaqə mövcuddur. Bu halda həyacanlanma əks əlaqəyə uyğun kompensasiya edilir. Eyni zamanda bir-biri ilə qarşılıqlı təsirdə olan çoxlu sayda parametrlərin idarə olunması çox əlaqəli idarə sistemlərinin köməyi ilə həyata keçirilir. Ən sadə avtomatik idarə sistemi şəkildə verilmişdir. Bu, 18 əsrdə ingilis mühəndisi Vattın ixtira etdiyi, mühərrikin dövrlər sayının tənzimlənməsi üçün tətbiq edilən mərkəzdənqaçma tənzimləyicisidir.

İdarəetmə prosesi bilavasitə informasiyanın çevrilməsi ilə bağlıdır. Ona görə də avtomatlaşdırılmış sistemlərdə informasiya təminatının təşkili xüsusilə vacibdir. İnformasiya təminatı sisteminin qurulması bir sıra amillərdən asılı olmaqla vahid informasiya fondunun yaradılmasını, göstəricilərin və sənədlərin sistemləşdirilməsi və unifikasiya edilməsini,

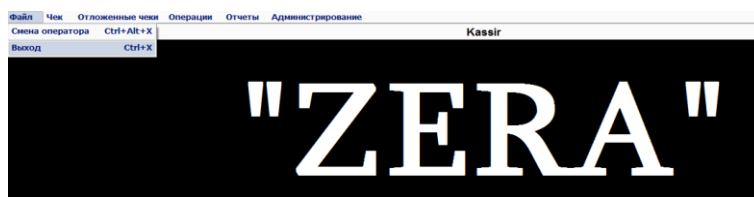


məlumatların formalizə edilmiş təsviri vasitələrinin işlənilib hazırlanmasını və s. nəzərdə tutur. Butun bunlar həll edilən məsələlərdən butövlükdə iqtisadi sistemin quruluşundan, idarəetmə funksiyalarının tərkibindən, informasiyanın çevrilməsi üsullarından, informasiyanın təqdim olunma formalarından və məlumatların təsviri üsulundan asılı olmaqla informasiya təminatının yaradılmasının murəkkəb və çox cəhətli bir iş olduğunu xarakterizə edir. İnformasiya təminatı dedikdə, AİS-də istifadə edilən sənədlərin və informasiya massivlərinin unifikasiya edilmiş sistem, texniki-iqtisadi informasiyanın təsnifatı və kodlaşdırılmasının vahid sisteminin məcmusu başa düşülür. İnformasiyanın işlənməsinin avtomatlaşdırılması sistemləri yaradılan zaman idarəetmə sistemində mövcud olan informasiya sisteminin öyrənilməsinə xüsusi diqqət yetirilmişdir. Texnoloji baxımdan idarəetmə prosesi əsasən iki hissədən informasiya prosesindən və idarəetmə qərarlarının qəbul edilməsindən ibarət olan bir proses kimi tədqiq edilə bilər. İdarəetmə prosesində iri həcmli müxtəlif texniki əməliyyatlar yerinə yetirilir və məhz bu proses kompüterləşdirmə və avtomatlaşdırma obyekti kimi özünü göstərir.

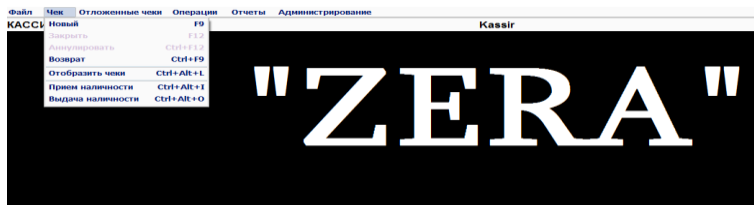
İdarəetmənin informasiya prosesi dedikdə, informasiyadan ibarət olan idarəetmə əməliyyatlarının məcmusu başa düşülür. Həmin əməliyyatlar idarəetmə qərarlarının formalaşması; idarəetmə funksiyalarının reallaşdırılması üçün zəruri nəticə informasiyanın alınması məqsədi ilə ilkin məlumatların yığılması və işlənməsinə istiqamətləndirilir. İnformasiya prosesi idarəetmə proseslərinə nail olmaq üçün, idarəetmə obyektinin fəaliyyətinin yaxşılaşdırılması və inkişaf etdirilməsində informasiya resurslarını hərəkətə gətirdiyi bir proses kimi qiymətləndirilir. İnformasiya üzərində aparılan əməliyyatlar müəyyən məsələlərin həlli ilə əlaqədar olduğuna görə bu məsələlər də informasiya məsələləri adlandırılır.



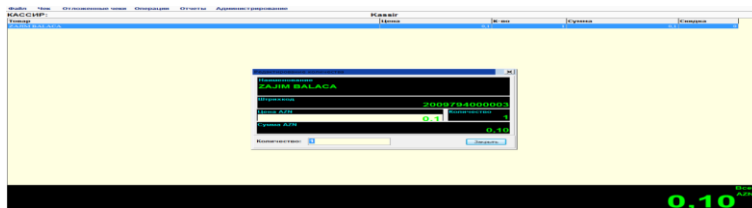
Şəkil 1. Kassa programına giriş.



Şəkil 2. Programdan çıxış və user dəyişikliyi.



Şəkil 3. Çek çıxarışı.



#### Şəkil 4. Malın ştrix koduna görə sistemdə görünməsi.

**Mövzunun aktuallığı.** Yeni bir sistemin uğurla həyata keçirilməsi yalnız texniki qurğudan asılı deyil, sistem də köhnə prosedurları əvəz etmək üçün kifayət qədər yaxşı tətbiqləri də dəstəkləməlidir. Bu, hər iki tərəfin – sistem və istifadəçilərin bir-biri ilə qarşılıqlı əlaqəsini daha yaxşı təmin edir.

**Tədqiqatın məqsədi.** Məqsədə nail olmaq üçün predmet sahəsi araşdırılmış və aşağıda göstərilən əsas məsələlərin həlli yollarının tapılması ön plana çəkilmişdir:

- Kassa proseslərinin administrasiyasını yaratmaq;
- Mağaza-kassa sistemində məhsulların bazaya daxil olması təmin etmək;
- Ştrix kod əsasında məhsulun bazada axtarışı;
- Geri qaytarma və dəyişiklik proseslərinin yerinə yetirmək;
- Günlük və ya aylıq yekun hesabatlara baxmaq;
- Məhsul bitdikdə sayının sistemdə sıfırlanması.

**Tədqiqatın obyektı:** Kassa proqramı.

**Tədqiqat metodu.** Nəzəri təhlil xüsusi ədəbiyyatlara və internet saytlarına, müqayisəli təhlil isə mövcud kassa sistemlərinə əsaslanır.

#### Materiallar və müzakirələr.

Dərslərdə göstərilir:

- Proqramlaşdırmanın əsasları;
- Kodların yazılışı, sintaksis səhvlər;
- Debug əməliyyatı;
- Destkop üzərində əməliyyatlar;
- else, if, else if şərti operatorlarının işlənmə qaydası;
- Dövrü operatorlar haqqında.

Məqalədə elektron qeydlərin faydasından danışılır. Aşağıda sadalanan imkanlar nəzərdən keçirilir:

- elektron qeydlər portativ və ölçətan olur;
- onları eyni anda bir neçə şəxslərə göndərmək mümkündür;
- qeydiyyat zamanı səhvlərə yol verilməsini minimumlaşdırır;
- avtomatlaşdırılmış prosesləri istifadə və idarə edə bilən işçi heyətinin olması;
- elektron informasiya daşıyıcılarını mühafizə etmək, təhlükəsizlik sisteminin yaradılması və istifadəçilərə çatdırılması;
- daxil edilmək üçün bütün yazılı məlumatların elektronlaşdırılması;
- kadrlara «CRM»-lə işləməyi tədris etmək üçün treninqlərin keçirilməsi;
- elektron məlumat bazasının yaradılması;

**Nəticə.** Proqram vasitəsilə sistemə yeni məhsulun əlavə edilməsi, məlumatların redaktə edilməsi və ya bazadan silinməsi, gündəlik və istənilən aralıq tarixlərində gəlirin miqdarının sistemdə yoxlanılması və yeni proqram istifadəçiləri üçün təhlükəsizlik şifrəsinin yaradılması və bərpası, məhsul qeydiyyatının aparılması, məlumatların qaytarma və dəyişiklik



üzrə redaktəsi yerinə yetirilir.

**Tədqiqat işinin yeniliyi:** Müasir dövrdə mağaza, xəstəxana və digər yerlərdə ödənişin həyata keçirilməsi avtomatlaşdırılmış sistemlərlə mümkün olur.

**Tədqiqat işinin tətbiqi əhəmiyyəti:** Müasir dövrdə idarəetmənin avtomatlaşdırılması xüsusi proqramlarla həyata keçirildiyindən yaratmış olduğum kassa sisteminin əhəmiyyəti çoxdur.

**Tədqiqat işinin iqtisadi səmərəsi:** Yaratmış olduğum proqram səmərəli və əlverişlidir.

### ƏDƏBİYYAT

- 1) Капп, Д., Лебень, Д. Техника программирования для ИМС – М.:Финансы и статистика, 1983.
- 2) Qurbanov, A.İ., Məmmədov, E.M., Hüseynova, A.S. Kompüter texnikası və proqramlaşdırma - Bakı: - "Təhsil" NPM, 2010.
- 2) Информация о регистрируемых программных средствах. Мультимедиа. стр.51-67.
- 3) Стенли Б. Липпман, Жози Лажойе, Барбара Э.Му «Язык программирования C++.
- Базовый курс», Учебник- СП.б.: Корона принт, 2010
- 4) Артаманов, Б.Н., Брякалов, Г.А., Гоффман, В.Г. и др. Основы современных компьютерных технологий СП.б.: Корона принт. 1998.- 448 с.
- 5) Информатика. Базовый курс. Учебник для вузов – СП.б.: Питер, 2001.- 640 с.

### Автоматизация управления (Кассовая Система)

Асланбек Е.Р.

### РЕЗЮМЕ

**Аннотация.** Он посвящен автоматизации систем управления статьями, электронной обработке информационных ресурсов. В статье содержится программное обеспечение для системы Cashback.

**Ключевые слова:** Бизнес-система, электронная система, автоматизация системы, кассовая система.

### Automation of management (Cash System)

Aslanbay Y.R.

### SUMMARY

It is devoted to the automation of article management systems, electronicization of information resources. The article contains software for the Cashback System.

**Keywords:** Business system, electronic system, system automation, cash system.

Redaksiyaya daxilolma 15.05.2024

Çapa qəbul olunma 12.12.2024





UOT 612.395.341(075)

<https://doi.org/10.30546/678209.2025.01.045>

## İNFORMASIYANIN RƏQƏMLİ VERİLİŞ SİSTEMLƏRİNDƏ ZAMAN FLUKTUASIYALARININ EFFEKTİV AZALDILMASI ÜSULLARI

<sup>1</sup>Binnətov Mehman Fərhad oğlu, <sup>2</sup>İsrafilova Qızılgül Azir qızı,  
<sup>3</sup>Qoçəliyeva Aytən Namiq qızı

Azərbaycan Texniki Universiteti

<sup>1</sup>[binnatov60@mail.ru](mailto:binnatov60@mail.ru); <sup>2</sup>[qisrafilova@mail.ru](mailto:qisrafilova@mail.ru); <sup>3</sup>[bx-ayten@bk.ru](mailto:bx-ayten@bk.ru)

**Xülasə.** Məqalədə informasiyanın rəqəmli veriliş sistemində yaranan zaman fluktuasiyalarının effektiv azaldılması üsullarına baxılır ki, burada zaman fluktuasiyalarının gücünün azaldılması sistemin qəbuledici hissəsində gərginliyə görə idarə olunan generatorun işini idarə edən signalın dəyişən təşkiledicisinin kompensasiyasına malik tezliyin fazaya görə avtomatik köklənməsi qurğusu ilə yerinə yetirilə bilər.

**Açar sözlər:** informasiyanın rəqəmli veriliş sistemi, tezliyin fazaya görə avtomatik köklənməsi, zaman fluktuasiyaları, süzgəcin buraxma zolağı, aşağı tezlikli süzgəc.

**Giriş.** Rəqəmli informasiya veriliş sistemləri rəqəmli axınların formalaşma avadanlığından və onların ötürüldüyü xətti trakt avadanlığından ibarətdir. Rəqəmli siqnalların formalaşması analoq rəqəm çeviricilərində, yaxud da zaman qruplaşması avadanlığında yerinə yetirilir. Birinci halda rəqəmli sistemin girişinə analoq, ikinci halda rəqəmli siqnallar daxil olur. Bu avadanlıqların hər biri rəqəmli axınlarda zaman fluktuasiyaları və təhriflər yaradır.

Rəqəmli axınların sinxron birləşməsinə malik rəqəmli sistemlərin əsas parametrlərindən biri, bu sistemlərin son avadanlığı tərəfindən yaradılan fluktuasiyaların qiymətidir. Rəqəmli axınların ayrılmasında tezliyin fazaya görə avtoköklənməsi qurğusu ilə ilkin sürətlərin bərpasının qeyri-dəqiqliyi nəticəsində verilən siqnalların zaman fluktuasiyaları yaranır. Bu fluktuasiyaların söndürülməsi üçün tezliyin fazaya görə avtomatik köklənməsinin müxtəlif qurğularından istifadə olunur.

**Mövzunun aktuallığı.** İnformasiyanın rəqəmli veriliş sistemində yaranan zaman fluktuasiyaların effektiv azaldılması onun söndürülməsi üçün tezliyin fazaya görə avtomatik köklənməsi qurğusu vasitəsilə yernə yetirildiyindən aktual məsələlərdən hesab edilir.

**Tədqiqatın məqsədi.** İnformasiyanın rəqəmli veriliş sistemində yaranan zaman fluktuasiyalarının effektiv azaldılmasıdır.

**Tədqiqat obyekt.** Tezliyin fazaya görə avtomatik köklənməsi qurğusu.

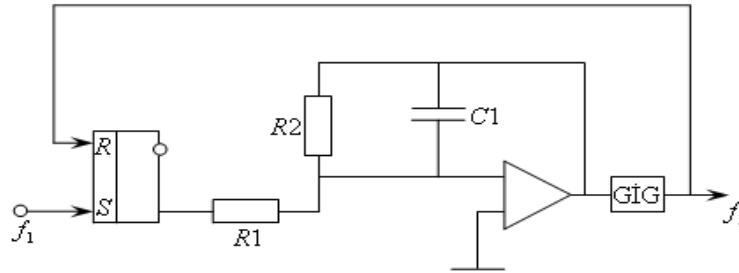
**Tədqiqat metodu.** İnformasiyanın rəqəmli veriliş sistemində yaranan zaman fluktuasiyalarının effektiv azaldılması üsulları.

Sadə halda tezliyin fazaya görə avtomatik köklənməsi qurğusu gərginliklə idarə olunan generatorun işini idarə edən signalın ayrılma dövrəsində aşağı tezlikli süzgəcdən istifadə edilməsi əsasında qurulur. Tezliyin fazaya görə avtomatik köklənməsi qurğusunun sxemi şəkil 1-də göstərilmişdir.

Tezliyin fazaya görə köklənməsi qurğusunda zaman diskriminatorunun köməyi ilə iki signalın qarşılıqlı zaman vəziyyətlərinin müqayisəsi aparılır. Bunlardan biri xətlə verilən informasiya signalıdır ki, onun sürəti giriş axınlarının birləşdirilməsi zamanı verici hissədə dəyişdirilir. İkinci isə qəbuledici qurğunun çıxışında takt tezliyi signalını formalaşdırın, gərginliklə idarə olunan generatorun çıxış signalıdır. Zaman diskriminatoru kimi trigger dövrəsindən istifadə olunur. Onun ayırıcı girişlərinə müqayisə olunan siqnallar verilir. Eninə

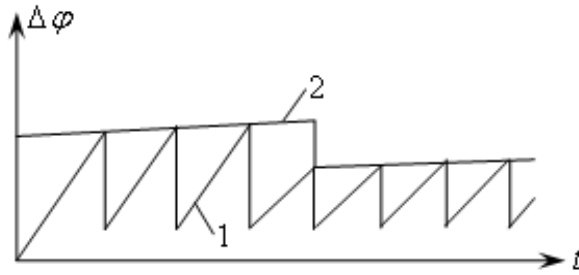


implus modulyasiyası siqnalının sabit təşkiledicisi aşağı tezlikli süzgəc ilə ayrılır və gərginliklə idarə olunan generatorun işini idarə edir. Aşağı tezlikli süzgəc kimi inteqrallayıcı dövrədən istifadə olunur və o, siqnalın səviyyələrinin razılaşdırılmasını təmin edən əməliyyat gücləndiricisi ilə birlikdə qoşulur.



**Şəkil 1. Tezliyin fazaya görə avtoköklənməsi qurğusunun sxemi**

Zaman diskriminatorunun girişindəki siqnallar arasındakı zaman intervalının dəyişməsi şəkil 2-də göstərilmişdir.



**Şəkil 2. Zaman diskriminatorunun girişindəki siqnallar arasındakı zaman intervalının dəyişməsi**

#### Materiallar və müzakirələr

Burada vertikal xətlər sürətlərin razılaşdırılmasının daxil edilmə anlarına uyğun gəlir. Aşağı tezlikli mişarvari təşkiledicilərin (2 əyrisi) olması sürətlərin razılaşdırılmasının daxil edilməsi anlarının qeyri - müntəzəmliyi (gözləmə müddətinin olması) ilə ələqədardır.

Sürətlərin ikitərəfli razılaşdırılmasında tezliyin fazaya görə avtomatik köklənməsi qurğusunun çıxışındakı zaman fluktuasiyalarının dispersiyasını aşağıdakı kimi göstərmək olar:

$$\delta_{1cix}^2(S) = \sum_{m=1}^{\infty} \frac{1}{m^2} [\phi^2(ms) - \phi^2(-ms)]$$

burada  $\phi(ms)$  - tezliyin fazaya görə avtomatik köklənməsi qurğusunun tezlik xarakteristikasıdır.

Sürətlərin birtərəfli razılaşdırılmasında razılaşma tezliyinin  $\Delta\omega$  - qiyməti böyük olur. Bu halda zaman fluktuasiyalarının dispersiyası:

$$\delta_{2cix}^2(s) = \sum_{m=1}^{\infty} \frac{1}{(mR)^2} [\phi^2(mR) - \phi^2(-mR)].$$

Tezliyin fazaya görə avtomatik köklənməsi qurğusunun tezliyin zəpt olunma rejimində işlənməsi üçün aşağıdakı şərt ödənməlidir.

$$\Omega \geq \delta_{\omega_g} \omega_{gig} + \delta_{\omega_{gig}} \omega_{gig}$$



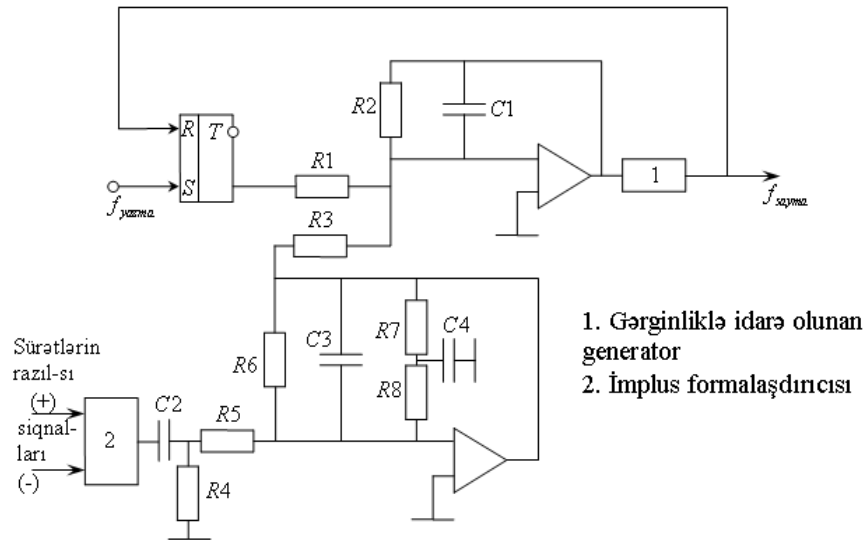


burada  $\Omega$  giriş siqnalının spektral toplananlarının sönmədiyi tezlik zolağı,  $\delta_{\omega_g}, \omega_{gig}$  - gərginliklə idarə olunan generatorda formalaşan siqnalın nisbi qeyri - stabilliyi və nominal tezliyidir.

Bu sxemin sadə olmasına baxmayaraq verilən siqnalın zaman fluktuasiyalarının praktiki söndürülməsi nisbətən mümkün olur.

Yüksək tərtibli sistemlərin yaratdığı zaman fluktuasiyalarının gücünün azaldılması, gərginliklə idarə olunan generatorun işini idarə edən siqnalların dəyişən təşkiledicilərinin kompensasiyasına malik tezliyin fazaya görə avtomatik köklənməsi qurğusu ilə aparıla bilər. Kompensasiya siqnalının yaradılması, əməliyyat gücləndiricisinin köməyi ilə razılaşdırma siqnalının inteqrallanması yolu ilə həyata keçirilir.

Dəyişən təşkiledicilərin kompensasiyasına malik tezliyin fazaya görə avtomatik köklənməsi qurğusunun sxemi şəkil 3-də göstərilmişdir. Qurğunun dayanıqlı iş rejimini təmin etmək üçün inteqratorun əks-rabitə dövrəsinə R6, R7, R8, C4 elementləri qoşulur.



**Şəkil 3. Dəyişən təşkiledicilərin kompensasiyasına malik tezliyin fazaya görə avtoköklənməsi qurğusunun sxemi**

İdarəedici siqnalın dəyişən təşkiledicisinin tam kompensasiya edilməsi məqsədəuyğun deyil, çünki, giriş informasiya siqnalı onun tezliyinin qısa müddətli qeyri-stabilliyi nəticəsində aşağı tezlikli fluktuasiyalara məruz qalır. Ona görə də inteqratorun girişində R4C4 dövrəsi qoşulur. Ayırıcı dövrənin zaman sabiti elə seçilməlidir ki, kəsmə tezliyi gərginliklə idarə olunan generatorun yaratdığı siqnalın və giriş informasiya siqnalının tezliklərinin qısa müddətli qeyri-stabilliyinin cəmindən artıq olsun:

$$\omega_{bol} = \frac{1}{\tau_{bol}} \geq \delta'_{\omega_{gir}} \omega_{gir} + \delta'_{\omega_{gig}} \omega_{gig}$$

burada  $\delta'_{\omega_g}, \delta'_{\omega_{gig}}$  - uyğun tezliklərin qısa müddətli qeyri - stabillikləridir.

Nəticədə qəbuledicinin çıxışında ifrat aşağı tezlikli zaman fluktuasiyaları kompensasiya edilmir. Beləliklə, aşağı tezlikli süzgəcin buraxma zolağı ilə təyin edilən zəbt olunma zolağını daraltmadan verilən siqnalın zaman fluktuasiyalarının söndürülmədiyi tezlik zolağının əhəmiyyətli dərəcədə daralması təmin olunur.

İkitərəfli razılaşdırılma sistemlərində zaman fluktuasiyalarının gücü



$$\overline{\sigma^2} = 3.3 \left[ 2F\left(\frac{\mu_\phi}{\sigma_s}\right) - 1 \right] \text{ olur}$$

burada  $\mu_\phi = \frac{\omega_a}{\omega_s}$  - fluktuasiyalarının gətirilmiş zolağı,  $S$  - sürətlərin razılaşdırılma əmsalı,  $\sigma_s$  -

orta kvadratik meylectməsi,  $F\left(\frac{\mu_\phi}{\sigma_s}\right)$  - paylanma funksiyasıdır.

**Nəticə.** Zaman fluktuasiyalarının amplitudunun azaldılmasını, giriş informasiyaları və sinxrosiqnallar arasındakı zaman intervalının aralıq qiymətinin dəyişməsinə qəbulədicinə verilməsi ilə də həyata keçirmək mümkündür və takt tezliyinin bərpa edilmə dəqiqliyi artırılaraq məlumatların canlandırılma dəqiqliyi yüksəlmiş olur.

**Tədqiqat işinin yeniliyi.** Rəqəmli informasiya verilişi sistemlərində yaranan zaman fluktuasiyalarının gücünün azaldılması, gərginliklə idarə olunan generatorun işini idarə edən siqnalların dəyişən təşkilədicilərinin kompensasiyasına malik tezliyin fazaya görə avtomatik köklənməsi qurğusu ilə aparıla bilər.

**Tədqiqat işinin tətbiqi əhəmiyyəti.** Müasir zamanda rəqəmli sistemlərdə dəyişən təşkilədicilərin kompensasiyasına malik tezliyin fazaya görə avtomatik köklənməsi qurğusu çıxış siqnalının zaman fluktuasiyalarının gücünün aşağı salınmasına baxmayaraq, bu fluktuasiyaların amplitudunu dəyişməz qaldığı üçün onun əhəmiyyətini artırır.

**Tədqiqat işinin iqtisadi səmərəsi.** Bu iş iqtisadi cəhətdən səmərəli hesab olunur, lakin hasabat işi aparılmamışdır.

## ƏDƏBİYYAT

1. Бернгард Скляр. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. Пер. с англ. М.: Издательский дом «Вильямс», 2003, 1104 с.
2. В.В. Крухмалев и др. Цифровые системы передачи. Москва, Горячая линия-телеком, 2007.
3. Binnətov, M.F., İsrailova, Q.A. Rəqəmli veriliş sistemlərində informasiya təhriflərinin əsas mənbələrinin analizi. H.Əliyevin anadan olmasının 94-cü ildönümünə həsr olunmuş tələbə və gənc tədqiqatçıların "Gənclər və elmi innovasiyalar" mövzusunda Respublika Elmi-Texniki Konfransının materialları, Bakı, AzTU, 2017, səh.232-233.

## МЕТОДЫ ПОНИЖЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВРЕМЕННЫХ ФЛУКТУАЦИЙ В СИСТЕМАХ ЦИФРОВОЙ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

Биннатов М.Ф., Исрафилова Г.А., Гочалиева А.Н.

### РЕЗЮМЕ

В статье обсуждается, как эффективно минимизировать временные колебания в системе цифрового вещания. Уменьшение мощности временных колебаний может быть выполнено с помощью зависящей от фазы автоматической системы компенсации жесткости, которая компенсирует генератор переменного сигнала, управляющий работой генератора с натягом в принимающей части системы.

**Ключевые слова:** цифровая система передачи данных, автоматическая фазовая регулировка частоты, колебания времени, выход фильтра, низкочастотный фильтр



**EFFECTIVE REDUCTION METHODS OF TIME FLUCTUSES IN DIFFERENT  
ACCESSING SYSTEMS OF DIGITAL INFORMATION**

**Binnatov M.F., Israfilova G.A., Gogaliyeva A.N.**

**SUMMARY**

The article discusses how to effectively minimize the time fluctuations in the digital broadcasting system. Reducing the power of time fluctuations can be accomplished by a phase-dependent automatic rigidity compensation system that compensates for the variable signal generator controlling the operation of the tension-driven generator in the receiving part of the system.

**Key words:** digital data transmission system, automatic phase-by frequency adjustment, time fluctuations, filter outlet, low-frequency filter

Redaksiyaya daxilolma 15.05.2024

Çapa qəbul olunma 12.12.2024





UOT 535. 8

<https://doi.org/10.30546/678209.2025.01.048>

## TÖKMƏ-YAYMANIN MAYE METAL AXINININ MODELLEŞDİRİLMƏSİ

Qələndərov Akif Səməndər oğlu, Vəliyev Ramil Nazim oğlu,  
Quliyeva Rəsimə Fərəddin qızı

Azərbaycan Texnologiya Universiteti

<sup>1</sup>[q.akif@bk.ru](mailto:q.akif@bk.ru); <sup>2</sup>[v.amin@bk.ru](mailto:v.amin@bk.ru); <sup>3</sup>[rasime-quliyeva@mail.ru](mailto:rasime-quliyeva@mail.ru)

**Xülasə:** Məqalədə tökmə-yaymanın modelinin yaradılmasında texnoloji parametrlərin kristallaşma-deformasiya zamanında temperaturunun təsiri altında əldə edilmiş nəticənin Matlabda sumuliyasiya modeli qurulmuşdur.

**Açar sözlər:** modelləşmə, optimallaşma, yayma, tökmə, kristallaşma, temperatur.

**Giriş.** Riyazi model vasitəsilə tökmə-yaymada olunan material üçün özülülü mühit selində və enerji balansında axın tənlikləri tərtib və həll olunur. Ümumi halda, üçölçülü axın üçün tənlik aşağıdakı kimi ifadə edilir.

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t}(pC_pT) + \frac{\partial}{\partial X}(pV_xC_pT) + \frac{\partial}{\partial Y}(pV_yC_pT) + \frac{\partial}{\partial Z}(pV_zC_pT) = \\ = \frac{\partial}{\partial X}\left(K\frac{\partial T}{\partial X}\right) + \frac{\partial}{\partial Y}\left(K\frac{\partial T}{\partial Y}\right) + \frac{\partial}{\partial Z}\left(K\frac{\partial T}{\partial Z}\right) + Q_v \end{aligned}$$

Burada:  $\rho$  - sıxlıq;  $C_p$  - istilik tutumu;  $T$  - temperatur;  $V$  - sürət;  $K$  - istilik keçirmə əmsalı;

$Q_v$  - daxil olan həcmi istilik selidir. Bu sahə kiçik ölçüsü ilə və kristallaşma-deformasiya zonasının uzunluğu boyu soyutma sürətinin maksimum qiyməti ilə xarakterizə edilir. Burada bu sürət  $10^6 K/san$  qədərə çatır [1]. V.A.Nikolaevə görə [2] 40...80 mikro saniyə ərzində diyircəyin üzərində bərkimiş materialdan bütöv qabıq əmələ gəlir və sonra, hər iki bandajlar tərəfindən onun böyüməsi sahəsi başlayırdiyircəkli tökmə-yayma prosesinin optimal parametrlərinin seçilməsi ilə nail olunur. Bir çox faktorları nəzərə almaqla tökmə-yayma prosesinin optimal texnoloji rejimlərini təyin etmək üçün sonlu elementlər üsulundan istifadə edərək riyazi modelləşmədən istifadə edilə bilər. Modelləşmədən alınan qiymətlər imkan yaradar ki, hələ məhsul istehsal edilməmiş, onun kristallaşdırıcıdan hansı fiziki-mexaniki xassələrlə çıxacağı əvvəlcədən proqnozlaşdırılsın. Diyircəkli tökmə-yaymanın modelinin yaradılmasında məqsəd diyircəklərin sürətinin və diyircəkli tökmənin başqa texnoloji parametrlərin kristallaşma-deformasiya zonasında temperatur və sürət sahələrinə təsiri haqqında məlumatların əldə edilməsi və modul Flotrandan istifadə edərək ANSYS mühitində onların reallaşdırılmasıdır.

Buradakı sürətlər impulsun saxlanması qanununa uyğun təyin olunur. Təzyiq-kütlənin təyin olunur. Təzyiq-kütlənin, temperatur isə enerjinin saxlanması qanununa uyğun təyin olunur. Metalda istilikkeçirtmə və konveksiya Furiye qanunu ilə aşağıdakı kimi ifadə olunur.

$$\begin{aligned} \rho c \left( \frac{\partial T}{\partial t} + \frac{\partial T}{\partial X} + V_y \frac{\partial T}{\partial Y} + V_z \frac{\partial T}{\partial Z} \right) = \\ = q + \frac{\partial}{\partial X} \left( K_x \frac{\partial T}{\partial X} \right) + \frac{\partial}{\partial Y} \left( K_y \frac{\partial T}{\partial Y} \right) + \frac{\partial}{\partial Z} \left( K_z \frac{\partial T}{\partial Z} \right) \end{aligned}$$

Burada  $q$  - istilik selinin həcmi sıxlığıdır.

Bundan başqa sərtləri kimi qəbul olunur ki, bandajların daxilində soyudulma



konveksiya ilə həyata keçirilir, bandajların xarici səthində, beləcə də, vərəqin üzündə soyudulma sərbəst konveksiya ilə olur. Tökülən metal şırnağın temperaturu isə metal vannasının giriş nöqtəsində sabitdir.

#### **Materiallar və müzakirələr**

ANSYS Flotran vasitəsilə ikidiyircəkli kristallaşdırıcan axan metalın sınaq modelləşdirilməsi yerinə yetirilmişdir:

*Diyircəyin materialı kimi aşağıdakı fiziki xassələrə malik polad götürülmüşdür:*

- diyircəyin istilikkeçirməsi

$$50 \frac{Vt}{m^2 K};$$

- diyircəyin metalının istilik tutumu

$$462 \frac{C}{kq \cdot K};$$

- diyircəyin metalının sıxlığı

$$7800 \frac{kq}{m^3};$$

*Tökülən metal kimi saf alüminium götürülmüşdür. Onun fiziki xassələri:*

- tökülən metalın istilikkeçirməsi

$$200 \frac{Vt}{m^2 K};$$

- tökülən metalın istilik tutumu

$$900 \frac{C}{kq \cdot K};$$

- tökülən metalın sıxlığı

$$2700 \frac{kq}{m^3}$$

Tökmənin texnoloji və konstruktiv parametrləri tökmə-yayma qurğusunun imkanlarına maksimum dərəcədə yaxın götürülmüşdür:

- diyircəyin diametri, 370mm:

- soyuducu mayenin temperaturu 20<sup>0</sup>

- kristallaşma-deformasiya zonasının hündürlüyü, 50mm

diyircəklərin fırlanma sürəti, 6 dövr/ dəq:

- vərəqin qalınlığı, 3mm:

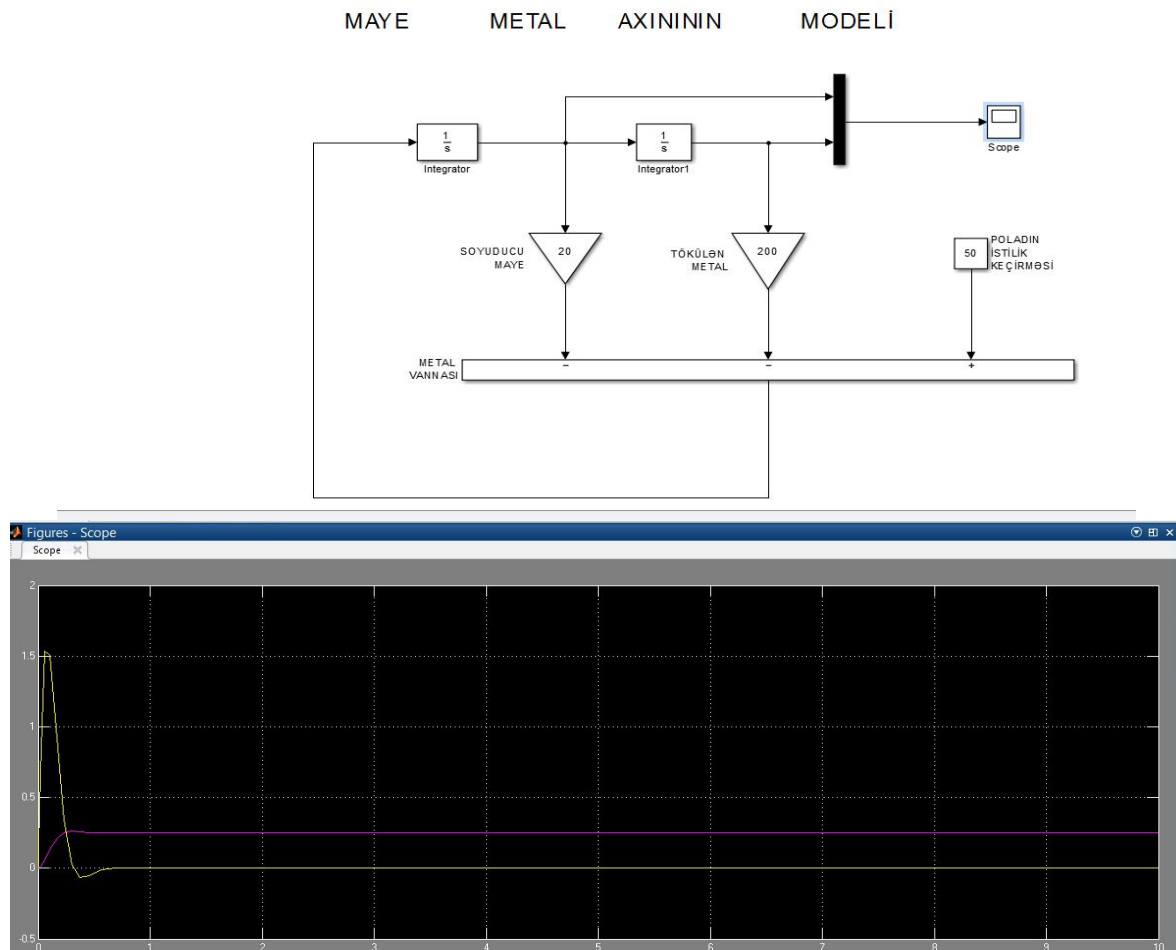
- tökülən metalın temperaturu, 700<sup>0</sup> C

Aşağıdakı fərziyyələr qəbul edilmişdir:

- bandajlar deformasiya olunmur;

- ərinti axını laminardır

Aşağıdakı sərhəd şərtləri müəyyən edilmişdir:



Şəkildə xüsusi törəməli adi diferensial tənlik məchulun (naməlum) iki dəyişənli funksiya olduğu tənlik nəticəsində tapılan funksiya yalnız temperatur  $t$ -dən asılıdır. Şəkildəki göstərilən blokundan siqnal generatoru kimi istifadə etmək üçün onların girişinə clock blokundan  $t$  (temperatur) siqnalı vermək lazımdır. Tökülən metal və poladın istilik keçirilməsi arasında xarakteristik əyri qurulmuşdur. Elementlər funksiyalarla ifadə oluna bilən istənilən analoq siqnalını  $F_{cn}$  blokunun köməyi ilə siqnalın riyazi ifadəsini parametrlər pəncərəsindən daxil etməklə formalaşdırmaqla  $F_{cn}$  blokundan istifadə modelləşdirilmişdir. Bandajların daxilində soyudulma konveksiya ilə həyata keçirilir, bandajların xarici səthində və vərəqin üzündə soyudulma sərbəst konveksiya ilə olur, tökülən metal şırnağının temperaturu metal vannasına giriş nöqtəsində sabit olur.

**Mövzunun aktuallığı.** Tökmə-yaymanın modelinin yaradılmasında texnoloji parametrlərin kristallaşma-deformasiya zamanında temperaturunun təsiri altında əldə edilmiş nəticənin Matlabda sumuliyasiya modeli qurulması aktual məsələlərdən hesab edilir.

**Tədqiqatın məqsədi.** Tökmə-yaymanın modelinin yaradılmasında texnoloji parametrlərin kristallaşma-deformasiya zamanında temperaturunun təsiri altında əldə edilmiş nəticənin Matlabda sumuliyasiya modeli qurulması effektivliyinin yüksəldilməsidir.

**Tədqiqat obyekti.** Tökmə-yaymanın modelinin yaradılmasında texnoloji parametrlərin kristallaşma-deformasiya zamanında temperaturunun təsiri altında əldə edilmiş nəticənin Matlabda sumuliyasiya modeli qurulmasının təyin edilməsi üsulu.





**Tədqiqat metodu.** Flotran vasitəsilə ikidiyircəkli kristallaşdırıcan axan metalın sınaq modelləşdirilməsi yerinə yetirilmişdir:

*Diyircəyin materialı kimi aşağıdakı fiziki xassələrə malik polad götürülmüşdür:*

- diyircəyin istilikkeçirməsi

$$50 \frac{Vt}{m^2 K};$$

- diyircəyin metalının istilik tutumu

$$462 \frac{C}{kq \cdot K};$$

- diyircəyin metalının sıxlığı

$$7800 \frac{kq}{m^3};$$

*Tökülən metal kimi saf alüminium götürülmüşdür. Onun fiziki xassələri:*

-tökülən metalın istilikkeçirməsi

$$200 \frac{Vt}{m^2 K};$$

-tökülən metalın istilik tutumu

$$900 \frac{C}{kq \cdot K};$$

-tökülən metalın sıxlığı

$$2700 \frac{kq}{m^3}$$

**Tədqiqat işinin iqtisadi səmərəsi hesablanmamışdır**

**Nəticə.** Tökmənin texnoloji və konstruktiv parametrləri tökmə-yayma qurğusunun imkanlarına maksimum dərəcədə yaxın götürülmüşdür:

- diyircəyin diametri, 370mm:
  - soyuducu mayenin temperaturu 20<sup>0</sup>
  - kristallaşma-deformasiya zonasının hündürlüyü, 50mm
  - diyircəklərin fırlanma sürəti, 6 dövr/ dəq:
  - vərəqin qalınlığı, 3mm:
  - tökülən metalın temperaturu, 700<sup>0</sup>C
- Aşağıdakı fərziyyələr qəbul edilmişdir:
- bandajlar deformasiya olunmur;
  - ərinti axını laminardır

## ƏDƏBİYYAT

1. Evans T., Strezov L. Interfacial heat transfer and nucleation of steel on metallic substrates // Metallurgical and Materials Transactions. B. Process Metallurgy and Materials Processing Science.-2000. – Vol.31.-P.1081-1089
2. Николаев, В.А. Некоторые особенности процесса бесшликовой прокатки стальных полос // Производство проката.- 2007.-№5.-С.11-13
3. Jestrabek J. Stahlbandherstellung nach dem Zweirollenverfahren – Modellierung des Strömungs- und Temperaturfeldes. Umformtechnische Schriften. Band 59.-Aachen: Shaker Verlag. 1995.-148 s.



4. Guthrie, R.I. L.Mathematical and physical modelling of steel flow and solidification in twin roll (horizontal belt thin strip casting machines) / R.I.L., Gutrie, R,P. Tavares// Inter Conf on CFD in Mineral & Metal Processing and Power Generation.CSIRo.-1997.- P.41-54.
5. Santos, C.A. Modelling of solidification in twin –roll strip casting/ C.A.Santos,J.A. SpimJr.,A.Garcia // Journal of Materials Processing Technology.- 2000.- № 102.- P.33-39.
6. İ.Ə. Qurbanov, A.İ. Qurbanov Riyazi proqram paketləri. Bakı: 2005.-168s.
7. MATLAB® & Simulink® Release 2010a Installation Guide for Windows®

**Моделирование потока жидкого металла литой прокатки  
Каландаров А.С., Велиев Р.Н., Кулиева Р.Ф.**

**РЕЗЮМЕ**

Результат времени кристаллизации-деформации технологических параметров при создании модели прокатки в статье основан на роскошной модели в Matlab.

**Ключевые слова:** моделирование, оптимизация, прокат, литье, кристаллизация, температура.

**Modeling of liquid metal flow of cast-rolling  
Qalandarov A.S., Veliyev R.N. Guliyeva R.F.**

**SUMMARY**

The result of the crystallization-deformation time of the technological parameters in the creation of the cast-rolling model in the article is based on the sumptuous model in Matlab.

**Key words:** modeling, optimization, rolling, casting, crystallization, temperature.

Redaksiyaya daxilolma 15.05.2024

Çapa qəbul olunma 12.12.2024



**İSSN:** 3080-0927 (Print)

**Qeydiyyat:** Azərbaycan Respublikası Ədliyyə Nazirliyində qeydə alınmışdır.

**Qeydiyyat nömrəsi:** № 4152

**Tarix:** 29.11. 2017

**Təsisçi:** Azərbaycan Texnologiya Universiteti

**Jurnal ildə 2 dəfə çıxır**