

AVTOMATLAŞDIRILMIŞ İDARƏETMƏ SİSTEMLƏRİNDƏ İNFORMASIYANIN ÖTÜRÜLMƏSİNİN OPERATİVLİYİNİN TƏMİN EDİLMƏSİ

E.Ə. KƏRİMOV, S.N. MUSAYEVA*

Milli Aerokosmik Agentliyi, S.S. Axundov küç. 1, AZ 1115
Azərbaycan Texniki Universiteti, H. Cavid pros. 25, AZ 1073*
e-mail: E_Kerimov.fizik@mail.ru

İdarəetmənin Avtomatlaşdırılmış Sistemlərinin tətbiq olunmasının və bu sistemlərin perspektivlərinin və inkişafının analizi verilmişdir. Göstərilmişdir ki, bu sistemlər üçün böyük həcmli informasiyaların mənbəyi olacaq elementlərin artırılması xarakterik hal alacaq, həmçinin İdarəetmənin Avtomatlaşdırılmış Sistemlərinin rabitə kanallarının sıradan çıxarılması zamanı yüklənmələrin yer aldığı verilənlərin ötürülməsi rabitə şəbəkələrində kritik sahələrin yaranması mümkün olacaqdır. Məqalədə eyni zamanda şəbəkənin kritik sahələrində verilənlərin ötürülməsi operativliyinin nisbi təmin olunmasının tədqiqi yolları göstərilmişdir.

Açar sözlər: informasiya təminatı, etibarlılıq, tamrabitəli, telekommunikasiya şəbəkəsi, marşrutizator.
UOT: 004.9

İnformasiya üstünlüyü idarəetmənin keyfiyyətinin nəzərəcarpacaq dərəcədə artırılması nəticəsində əldə oluna bilər: biliklərin dərinliyi, bütün səviyyəli komandanlıq tərəfindən dinamik inkişaf edən şəraitin qiymətləndirilməsi və vahid anlam, dəyişən şəraitə vaxında və əsaslandırılmış qərarlar qəbul etməklə operativ cavab vermə, onların tabe qüvvələrə tez bir zamanda çatdırılması. Bu nəzəriyyənin hazırkı nizamnamələrindən fundamental fərqi operativ əməliyyatların idarə olunmasının kəsilməzliyi, sistemin dinamik dəyişən şəraitə operativ adaptasiya olunması qabiliyyəti və operativ funksiyalarının istənilən səviyyədə yaranan operativ planlaşdırılmasına uyğun olaraq şaquli və üfqi istiqamətdə olmasıdır.

Şəbəkənin, şəbəkə prinsipinin mənası ondan ibarətdir ki, bütün modelin əsas elementi informasiya mübadiləsidir – bu informasiyanın emal formalarının maksimal genişləndirilməsi, ona buraxılış, onun paylaşılması və əks əlaqə. Şəbəkə yeni bir fəza – informasiya fəzası təşkil edir ki, burada texniki xarakterli əsas strateji əməliyyatlar baş verir. Belə geniş mənada şəbəkə eyni zamanda müxtəlif tərkibləri özündə cəmləşdirir. Bunlar rabitə sistemi, əməliyyatların informasiya təminatı, ictimai fikrin formalaşması, diplomatik addımlar, sosial proseslər, texniki innovasiyalar və s. ola bilər. Bununla yanaşı, onlar, aralarında daim informasiya mübadiləsi aparılmalı olan qarşılıqlı əlaqəli vahid sistemin elementləri kimi təqdim olunurlar. Texniki icadlar və yüksək texnologiyalar, jurnalistika və diplomatiya, iqtisadi proseslər və sosial transformasiyalar, mülki əhali – bütün bunlar informasiyanın sirkulyasiya olduğu vahid şəbəkəyə inteqrasiya olunur. İndiki zamanda belə bir şəbəkənin yaradılması istənilən inkişaf etmiş ölkənin texniki reformasının əsasını təşkil etməlidir [1].

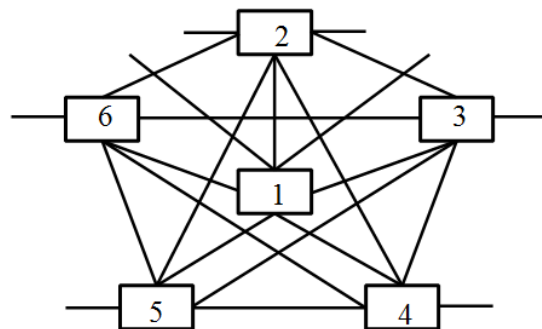
Bu konsepsiya bir neçə mühüm sferanı, o cümlədən perspektiv şəbəkə olan ConstellationNet [2] əhatə edir ki, bunun da bütün imkanlarının realizasiyası informasiya mübadiləsinin həyata keçirilməsini “maşınmaşın” prinsipi ilə həyata keçirir, yəni operatorun minimal iştirakı ilə və yaxud iştirakı olmadan.

Perspektivli şəbəkə olan ConstellationNet idarəetmə orqanlarının kəşfiyyat vasitələrinə inteqrasiyasını

təmin etməlidir. Bu şəbəkə qlobal informasiya – idarəetmə şəbəkəsinə (QİİŞ) girişi təmin etməlidir və bunun nəticəsində də əvvəlki nəticələr nəzərə alınmaqla əməliyyatlar planlaşdırılmalıdır.

Beləliklə, bütün verilənlər massivi (audio-, məlumat verilənləri, foto- və videotəsvidlər və s.) emal olunacaq və şəbəkənin xüsusişdirilmiş serverlərinə ötürüləcək. Bundan əlavə emalın xüsusişdirilmiş sistemlərinə və verilənlər bazasına giriş təmin olunmalıdır. Amerika mütəxəssislərinin fikrincə, Constellation-Net şəbəkəsi həm idarəetmə vasitələrinin, rabitənin, informasiyanın maşınlararası emalının üfqi inteqrasiyasını həyata keçirməyə, həm də informasiyanın effektiv paylaşılmasına imkan yaradacaq, onun müdafiəsi üçün lazımi şərait yaradacaqdır [3].

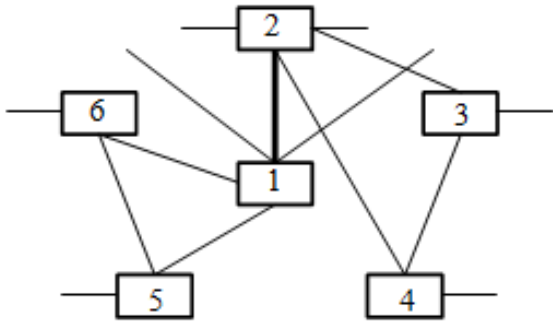
Avtomatlaşdırılmış İdarəetmə Sistemlərinin (AİS) etibarlılığının artırılması məqsədi ilə onların strukturu tamrabitəli quruluş sxemində malik olmalıdır. Elementləri “hərə - hərə” prinsipi ilə rabitədə olan belə bir sxemə nəzər salmaq (şəkil 1).



Şəkil 1. AİS (avtomatlaşdırılmış idarəetmə sistemi) fraqmentinin tamrabitəli strukturunun xarici təsirlərə qədər sxemi.

Şəkildən görünür ki, bütün altı bənd bir-biri ilə birbaşa rabitəyə malikdirlər. Verilən struktur AİS-in bütün elementləri ilə, hətta onun elementləri sıradan çıxdıqda belə, daha etibarlı əlaqəni təmin etməlidir. İndi isə sistemə xarici faktorların təsirinə nəzər salmaq. Tutaq ki, xarici təsirlərin nəticəsində 1 və 3, 1 və 4, 2

və 6, 2 və 5, 3 və 6, 3 və 5 bəndləri arasında rabitə əlaqələri sıradan çıxarılıb. Xarici təsirlərdən sonra AİS-in sxemi şəkil 2-də göstərilmişdir.



Şəkil 2. AİS fraqmentinin strukturunun xarici təsirlərdən sonra yalnız işlək kanallarının sxemi.

Bu sxemi analiz edərək belə nəticəyə gəlmək olar ki, 5 və 6-nı 3 və 4-lə birləşdirən yeganə rabitə xətti 1 və 2 arasında olan rabitə xəttidir. Deməli, paketlərin kommutasiyası texnologiyalarına uyğun olaraq topologiyanın dəyişməsinə qədər informasiya selləri marşrutun bir sxemi üzrə rabitə xətləri boyunca bərabər paylanırlarsa, quruluşun tamrabitəli sxeminin pozulmasından sonra ən böyük yük 1 və 2 bəndləri arasında rabitə xəttinin üzərinə düşür.

Müasir elmi ədəbiyyatda belə rabitə xəttini “dar yer” və ya telekommunikasiya şəbəkəsinin kritik sahəsi adlandırırlar. Şəkil 3-də kritik sahə açılmış şəkildə verilmişdir.

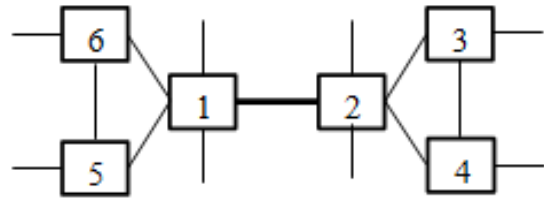
Belə sahə onunla xarakterikdir ki, kanalın buraxma qabiliyyəti tamrabitəli strukturun saxlanması za-

manı nəzərdə tutulduğu hala nisbətən böyük intensivli trafikinin ötürülməsini təmin etməlidir. Aydındır ki, verilənlərin ötürülməsi şəbəkəsində (VÖŞ) belə sahələrin yaranması zamanı şəbəkənin baxılan sahəsində və bütövlükdə İAS-də buraxma qabiliyyətinin (BQ) çatışmazlığı yaranır [4].

Baxılan halda biz rabitə xəttində yalnız bir şəbəkə qurğusundan danışdıqımızdan şəbəkə qurğusunun buraxma qabiliyyəti anlayışından istifadə edəcəyik:

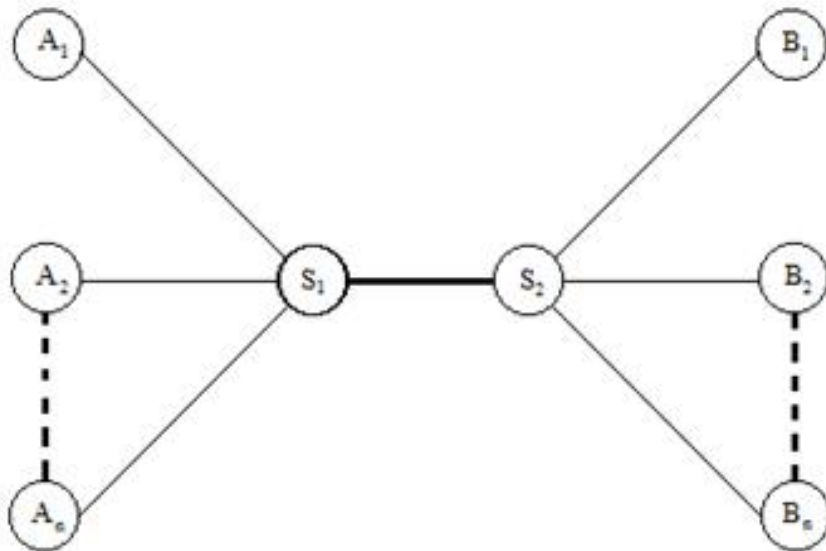
$$T_m = T_y + T_0 + T_w \quad (1)$$

burada, T_y – verilənlər paketinin cəm halda kommutasiya müddəti, T_0 – verilənlər paketinin növbədə gözləmə müddəti, T_w – verilənlər paketinin ötürülmə müddətidir.



Şəkil 3. Dəyişmiş topologiyalı AİS fraqmentinin açılmış şəkili.

Bütöv qalmış kanal vasitəsi ilə (S) – marşrutizatorları ilə birləşmiş (A, B) – istifadəçiləri olan şəbəkənin kritik yerinin sxeminə nəzər salmaq (şəkil 4).



Şəkil 4. Buraxma qabiliyyəti məhdudlaşmış şəbəkə sahəsi. A – trafikinin mənbəyi; B – trafikinin qəbulediciləri; S – marşrutizatorlar.

Buraxma qabiliyyəti trafikinin səviyyəsi intensivliyinin artması nəticəsində paketlərin atılması baş verir və rabitə kanalına növbə formalaşır. Beləliklə, verilənlər paketi gecikmələrlə ötürülür. VÖŞ İAS-da infor-

masiya mübadiləsinin operativliyi gecikmə zamanına əks olan kəmiyyət kimi paketin gecikmə müddəti adlanan kəmiyyətlə xarakterizə olunur. VÖŞ-də verilənlər paketinin gecikməsi deyildikdə, verilənlər pake-

tinin ötürülməsi şəbəkəsi vasitəsi ilə son punkta qədər hərəkətinə (yəni marşrutda) lazım olan zaman müddəti başa düşülür. Marşrutda verilənlər paketinin gecikməsi: baxılan birləşmə üçün rabitə kanalından ayrılan ümumi buraxma qabiliyyəti

$$T_0 = \frac{L_0}{\Pi} L_v \quad (2)$$

burada, L_0 – verilənlər paketinin növbəsinin uzunluğu, L_v – isə verilənlər paketinin həcmidir. Əgər $L_0 \cdot L_v = L$ qəbul etsək:

$$T_0 = \frac{L}{\Pi} \quad (3)$$

(3) – bərabərliyindən görüldüyü kimi gecikmə müddətinin azalmasına R – buraxma qabiliyyətinin artırılması ilə nail olmaq olar. Buraxma qabiliyyətinin dəyişilməsi deyildikdə, onun elə hissəsi başa düşülür ki, baxılan birləşmədə rabitə kanalının tam buraxma qabiliyyətinin seçilmiş hissəsi olsun:

$$\Pi = \sum_{i=1}^n \Pi_i$$

burada, Π_i i -ci birləşmənin buraxma qabiliyyətidir, yəni, söhbət $\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_i$ – lərin qiymətlərinin hər bir A_i – B_i virtual marşrutu arasına paylanmasından gedir, bir şərtlə ki, $\Pi \geq \sum_{i=1}^n \Pi_i$.

Başqa sözlə desək, buraxma qabiliyyətinin daha effektiv istifadə olunması mümkünlüyü mövcuddur ki, bu da trafikın strukturu və informasiya selləri vasitəsilə idarəetmənin üsulları ilə şərtlənir. Gecikmə, bir qayda olaraq, buraxma qabiliyyətinin çatışmazlıqları ilə şərtlənir ki, bu da yüklənmələrə, paketlərin növbəyə düzülməsinə və ya paketlərin sonradan müəyyən müddətdən sonra təkrarən ötürülməsinə gətirən atılmasına səbəb olur. Buraxma qabiliyyətinin daha effektiv istifadə olunmasını əsaslandırmaq üçün VÖŞ-də yüklənmələrin idarə olunması protokolları yer almış üsullar nəzərdən keçirilməlidir.

(3)-dən görüldüyü kimi, gözləmə gecikməsi müddətinin azaldılmasına R – buraxma qabiliyyətinin artırılması ilə nail olmaq olar. Əgər buraxma qabiliyyəti haqqında danışılarsa onun elə hissəsi başa düşülür ki, paket kommutasiyalı telekommunikasiya şəbəkələrində layihələndirmə zamanı puasson modelinə və Erlanq formullarına əsaslanan adi üsullardan istifadəni qadağan edən xüsusi struktura malikdir. Bu üsullar özlərini kommutasiya kanallı telefon şəbəkələrində yaxşı göstərmiş lakin, paket kommutasiyası texnologiyalarında heç də həmişə tətbiq oluna bilməmişlər. Sözü gedən xüsusiyyətlər, adətən trafikın özünə oxşarlığı effekti adlandırılır və ilk növbədə onlar bu hal üçün spesifik olan trafik profilində (forma) özünü göstərir: realizasiya zamanı həmişə nisbətən aşağı orta səviyyə fonunda müəyyən miqdarda kifayət qədər güclü tullantılar mövcud olur. Təsvir olunan hadisə özünə oxşar trafikın şəbəkədən keçiyi zaman hətta, trafikın orta intensivliyi verilən kanalda ötürmənin potensial mümkün olan sürətindən kiçik olduqda belə xarakteristikaları (itkiləri, gözləmə müddətini artırır) kifayət qədər zəiflədir. Hal-hazırda göstərilmişdir ki, özünə oxşar struktura keçirici şəbəkələrdə geniş yayılmış

Ethernet, LAN, WAN, TCP, sıxılmış video, WWW-trafik və s. protokolların işləməsi zamanı mövcud olan trafiklər malik olur. Belə effektlər həmçinin, kommutasiya paketli mobil telefon şəbəkələrində və naqilsiz rabitə kanallarında aşkar edilmişdir.

Özünə oxşarlığın mühüm göstəricisi Herst göstəricisidir. Herst göstəricisini normallaşdırılmış (R/S) - açılış əmsali ilə əlaqələndirirlər: burada, R – zaman sırasına uyğun hesablanan “açılış”, S – isə standart kənar çıxımadır. $H > 0,5$ qiyməti onu göstərir ki, müəyyən bir istiqamətə yönəlmiş prosesin dinamikası keçmişdə, çox güman ki, hərəkəti həmin istiqamətdə davam etdirəcək. Əgər $H < 0,5$ olarsa, proses istiqamətini dəyişəcək. $H = 0,5$ isə qeyri-müəyyənlik-broun hərəkətini göstərir. ξ_Σ – prosesinin $H = 15$ olduqda, Reno və $n = 30$ olduqda, Vegas üçün 0,5-dən 1-ə kimi artır. Belə nəticəyə gəlmək olar ki, giriş prosesləri sərbəstliyini itirən kimi çıxışda proseslər daha persistent olacaq. Nəticədə birləşmiş proses hesablanmış hamarlaşma dərəcəsinə çatmır və statistik multipleksorlaşma az effektiv olur. Trafik əvvəlki kimi aşağı orta səviyyə fonunda kifayət qədər güclü tullantılara malikdir. Yüklənmələrlə idarəetmənin yuxarıda göstərilən üsulları da özünə oxşarlıq xüsusiyyətlərini nəzərə almır ki, bu da ölçmələrdə təhriflər olunmasına gətirir və idarəetmə prosesi heç də həmişə trafikın profilinə adekvat olmur. İntensivliyin pik qiymətlərində onların qısa müddətli olması nəzərə alınmır və, digər tərəfdən, bu pik qiymətlərin zaman anlarını göstərilən üsullarla təyin olunması mümkün olmur.

Trafikin şəbəkəsi üzrə ötürülən profilin intensivliyi və hamarlanmasını idarə etmək üçün iki geniş yayılmış üsul mövcuddur: polisinq və şeypinq. Verilən alqoritmlərin mənası şəkil 5-də göstəriləndiyi kimi aşağıdakından ibarətdir:

- polisinq intensivliyi buraxma qabiliyyətinin Π_{raz} - razılaşdırılmış qiymətindən yuxarı olan paketləri tullaıyır;

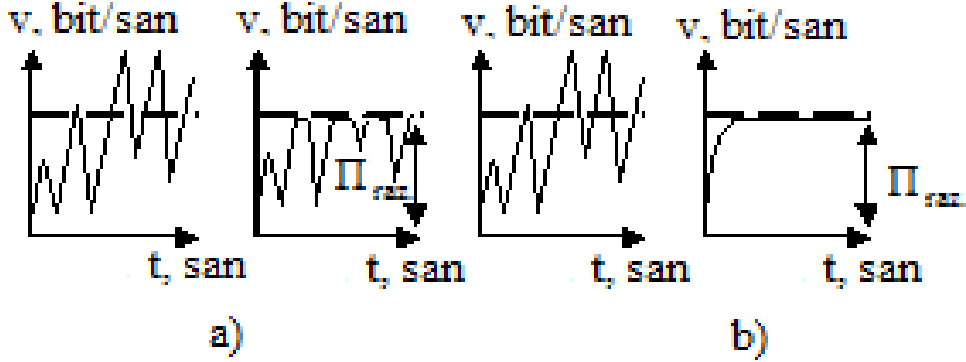
- şeypinq trafiki hamarlayır və onu Π_{raz} - razılaşdırılmış qiymətindən yuxarı olmayan qiymətlə paketləri növbəyə qoymaqla (buferləşmə) sabit intensivliklə ötürür;

Bir tərəfdən şeypinq paketlərin tullanmasına imkan vermir ki, bu da onu real zaman müddətində (səs, real video) informasiyanın ötürülməsinin idarə olunması üçün daha maraqlı edir. Digər tərəfdən buferləşmə ilə əlaqədar olan gecikmələr daxil edir ki, bu da ötürülən trafikın xarakteristikalarına mənfə təsir edir. Polisinq trafikə nəzərən özünü heç də yaxşı cəhətdən göstərmir: itkilərin qəbul olunan qiymətlərini almaq üçün kanalın buraxma qabiliyyətini kifayət qədər artırmaq lazım gəlir.

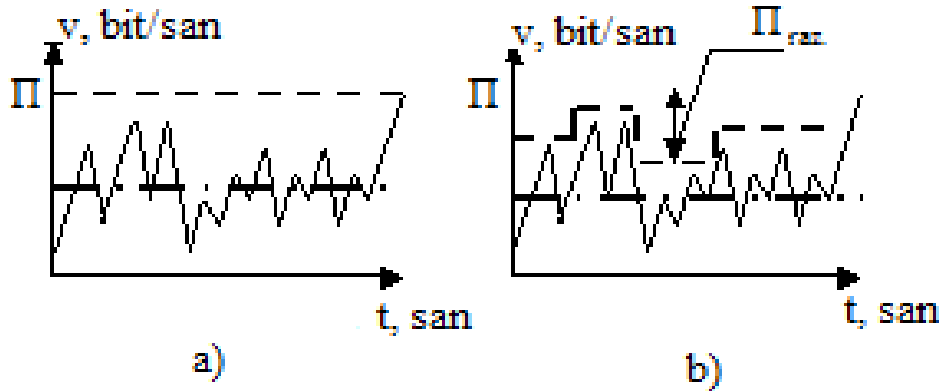
Özünə oxşar trafik nəzəriyyəsinin inkişafı ilə trafikın intensivliyinin müəyyən olunması haqqında daha çox işlər meydana çıxır. Proqnozları həyata keçirmək imkanı trafikın uzun müddətli yaddaşı xassəsinə əsaslanır və nəzəri olaraq kanalın istifadə olunması əmsalının və sistemin ümumi effektivliyinin artmasını təmin etməlidir. Bu isə öz növbəsində paketin gecikməsinin orta müddətini paketlərin növbələrdə gözləmə müddətlərinin minimallaşdırılması hesabına azaldır. Bu xassə trafikın özünü necə aparmasının proqnozlaşdırılması əsasında VÖŞ İAS-da informasiya mübadiləsi

ləsinin operativliyinin artırılması üsullarının işlənilməsinə imkan yaradır.

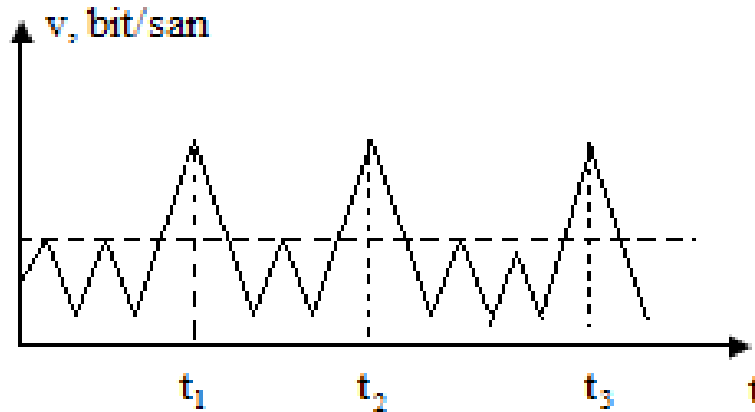
Özünəoxşar trafiklin özünü aparmasının proqnozlaşdırılmasına əsaslanan üsulların tətbiq olunması şəbəkənin kritik sahələrindən keçən birləşmələrin trafiklərinin profillərinə uyğun seçilmiş buraxma qabiliyyətlərinin paylanması əvvəlcədən söylənməsinə imkan verir (şəkil 6). Baxılan yanaşma trafiklin strukturunu nəzərə almaqla, bir tərəfdən intensivliyin böyük qiymətlərini zamanın kiçik intervalllarında əvvəlcədən söyləməyə imkan verir.



Şəkil 5. Trafiklin intensivliyinin idarə olunması üsullarının işləməsi prinsipləri.



Şəkil 6. Buraxma qabiliyyətinin paylanması üsullarının işləmə prinsipi: a) Π – sabit olduqda; b) proqnozlaşdırma əsasında dəyişən Π – zamanı.



Şəkil 7. Trafiklin pik qiyməti: v – yüklənmənin şərti işarəsidir.

Bu yüklənmələrdən qaçmağa imkan verir. Digər tərəfdən intensivlik orta qiymətə yaxın olduğu zaman intervallarında rabitə kanalı üçün buraxma qabiliyyətinin bir hissəsini qənaət etməyə imkan yaranır. VÖŞ İAS – ın kritik sahələrində buraxma qabiliyyətinin məhdud olduğu şəraitdə bu, paketlərin növbələrdə gözləməsi müddətini və deməli, VÖŞ İAS – da informasiya mübadiləsinin operativliyi göstəricisi kimi gecikmənin orta qiymətini də azaldacaq. Lakin, verilən üsul hər bir sonrakı addımda trafik qiyətinin proqnozlaşdırılmasını nəzərdə tutur. Yüklənmənin sonrakı zaman anında qiymətini bilmək deyil, bu yüklənmənin nə vaxt baş verəcəyini anlamaq daha mühümdür. Bununla əlaqədar olaraq, trafik pik qiymətinin olacağı zaman anının proqnozlaşdırılması təklif olunur (şəkil 7).

$$\Delta t = \sum_{i=1}^n |t_{proq.} - t_{real}| \rightarrow min,$$

burada, t_{proq} – yüklənmənin başladığı proqnozlaşdırılan zaman anı; t_{real} – yüklənmənin başladığı real zaman anıdır.

Beləliklə, trafik özünü necə aparmasının proqnozlaşdırılması əsasında qoşunlarla idarəetmənin avtomatlaşdırılmış sisteminin informasiyanın ötürülməsi şəbəkəsində informasiya mübadiləsinin operativliyinin

artırılması üsullarının işlənilməsi – aktual bir məsələdir.

NƏTİCƏ.

1. Şəbəkə səviyyəsində realizə olunan üsullar özünə oxşar trafik xassələrinin aşkar olunması mümkünlüyünü nəzərə almır. Belə ki, statistik multipleksləşdirmə üsuli heç də həmişə trafik profilini hamarlamır və buraxma qabiliyyəti qeyri-effektiv istifadə olunur. Resursların ədalətli və hesablanmış paylanmaları üsulları da özünəoxşar xassələrə malik trafik profilini nəzərə almır. Müxtəlif birləşmələr üçün seçilmiş prioritetlər əsasında buraxma qabiliyyətləri çəki əmsallarına uyğun statikdirlər və baxılan halda virtual birləşmələr də buraxma qabiliyyətini qeyri-effektiv istifadə edir. Bununla yanaşı, qısa zaman intervallarında özünəoxşar trafik intensivliyin böyük sıçrayışları ilə xarakterizə olunur. Məqsədləri trafik profilinin hamarlanması olan polisinq və şeypinq kimi üsullar ya informasiyanın paketlərin tullanılması nəticəsində itirilməsinə ya da ki, gecikmə müddətinin artmasına gətirir.

2. Trafik qiyətinin pik olduğu vaxt zaman anının proqnozlaşdırılması məqsədi ilə mövcud olan rabitə kanalları üçün yüklənmələrin qiymətini hesablamaq lazımdır.

- [1] Эпоха принципиально новых войн [Электронный ресурс]. - Режим доступа к ресурсу: <http://www.vko.ru/DesktopModules/Articles/ArticlesView.aspx?tabID = 320&Item ID = 461&mid = 2892&wversion = Staging>.
- [2] S. Norman. The C2 Constellation US Air Force Network Centric Warfare Program, Network Centric Applications and C4ISR Architecture, S. Norman, Electronic Systems CenteC2

Enterprise Planning and Integration.ESC,CX. p.16-18; 23-25.

- [3] Д.Дубов. Перспективы развития системы управления воздушным компонентом объединённых оперативных формирований США, Д. Дубов, ЗВО, 2010, № 8, с. 56-62.
- [4] О.В. Воробьев. Вторичные сети военной связи, О.В. Воробьев. Ставрополь: СВВИУС, 1995, 464 с.

E.A. Kerimov, S.N. Musaeva

ENSURING THE SPEED OF INFORMATION TRANSFER INTO ACS

The analysis of the use of automated control systems for their development prospects is carried out. It is shown that these systems will be characterized by the buildup of elements that will become a source of large volumes of information, and also that if communication channels of automated control systems are defeated, critical sections of data transmission networks with overloads can be formed, and research ways are shown to ensure the speed of data transfer on critical parts of the network.

Э.А. Керимов, С.Н. Мусаева

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОПЕРАТИВНОСТИ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ В АСУ

Проведен анализ применения автоматизированных систем управления и перспектив их развития. Показано, что для этих систем будет характерно наращивание элементов, которые станут источником больших объемов информации, а также, что при поражении каналов связи автоматизированных систем управления возможно образование критических участков сетей передачи данных с перегрузками, а так же показаны пути исследований относительно обеспечения оперативности передачи данных на критических участках сети.

Qəbul olunma tarixi: 19.02.2019