

MÜHAFİZƏ OLUNAN PAYLANMIŞ TELEKOMMUNİKASIYA ŞƏBƏKƏLƏRİNDƏ INFORMASIYA ÖTÜRÜLMƏSİNİN ETİBARLILIQ MODELİ

E.Ə. KƏRİMOV

Silahlı Qüvvələrin Hərbi Akademiyası
Ş. Mehdiyev küç. 136, AZ 1065

Paket kontrolleri əsasında işlənən şəbəkə konseptual səviyyədə layihələndirilməni, emal düyünlərinin paylanması və verilənlərin ötürülməsinin hər hansı bir modelinin formalaşdırılmasını nəzərdə tutur. Şəbəkənin nəzərdə tutulan istifadəsi məhdud paylanma məlumatlarının emalı ilə təyin olunduğundan, şəbəkənin işləməsinin etibarlılığına və mühafizə olunmasına, informasiya təhlükəsizliyinin təmin olunmasına yüksək diqqət tələb olunur.

Açar sözlər: etibarlılıq, şəbəkə, kompetent yanaşma, infrastruktur, arxivləşmə, rezervləmə, rezerv mərkəz.
UOT: 004; 629.7

Verilənlərin ötürülməsi mürəkkəb paylanmış şəbəkə strukturunu yaradarkən onun işinin etibarlılığına böyük diqqət etmək lazımdır [1, 2]. Prinsipial məqam ondan ibarətdir ki, yaşayış məntəqələrinin kifayət qədər uzaq məsafədə yerləşməsi, inkişaf etmiş infrastrukturun olmaması şəraitində şəbəkəni əvəz etmək və yaxud da tez bir zamanda işlək hala gətirmək mümkün olmur. Layihələndirilən şəbəkə bir qayda olaraq, “nöqtə-nöqtə” və “mərkəz-mərkəzdən geniş yayım ötürülməsi” rejimlərində işləyə bilər.

Etibarlılığın artırılması üzrə sxemləri nəzərdən keçirərək, verilənlərin ötürülməsi paylanmış şəbəkənin etibarlı qurulması üçün yararlı olan aşağıdakıları qeyd etmək olar:

- paralel işləmə;
- surətəlmə;
- rezervləmə.

Paralel işləmə dedikdə, regionda bir-birindən asılı olmayan, aparaturların rezervlənməsinin eyni qaydaları, verilənlərin saxlanması və arxivləşdirilməsi, həmçinin onlar arasında tabe mərkəzlərin kompetent yanaşma səviyyəsində yerləşdirilməsi yönündə hərəkətlərin koordinasiyasını, onlar arasında qarşılıqlı təsirin dəqiq işlənmiş mexanizmini nəzərdə tutan, qarşılıqlı əlaqə üzrə razılaşdırılmış reqlamentli tədbirlər keçirilməsi istiqamətində işləyən ən azı iki mərkəzin yaradılması nəzərdə tutulur.

Surətəlmə – mərkəzlərin və müştəri yerlərinin bir-birindən asılı olmadan aparaturların eyni qayda ilə rezervlənməsi, arxivləşdirilməsi və verilənlərin saxlanması üzrə verilənlər bazasının bölüşmələri ilə paralel işləmələridir.

Rezervləmə - regionda aparaturların rezervlənməsi və arxivləşdirilməsi və verilənlərin saxlanması üzrə işləmə qaydaları eyni olan iki mərkəzin yaradılmasıdır. İş əsas mərkəz tərəfindən aparılır, rezerv mərkəz isə əsas mərkəzin dayanması zamanı işə düşür. Aydındır ki, mərkəzin proqram-aparatura hissəsinə verilmiş növ sistemin

xüsusiyyətlərinə malik elektron – hesablama sistemi kimi baxmaq lazımdır.

Paylanmış şəbəkənin layihələndirilməsi zamanı, etibarlılığın təminatı və tədqiqi üzrə vahid rəhbərliyə malik olan və dəqiq planlaşdırılmış komponent xüsusən seçilir. Layihələndirmə prosesində komponentlərin etibarlılığının xarakteristikaları kəsilməz olaraq analiz olunur və verilənlərin ötürülməsi şəbəkəsi sisteminin etibarlılığı proqnozlaşdırılır [3,4].

Səhvlər çox zaman subyektiv xarakter daşıyır və onları formallaşdırmaq çətindir. Səhvləri təsvir etmək üçün, onların yaranmasına təsir edən faktorları öyrənmək və aparaturların, eləcə də proqram təminatının işlənməsinin bütün mərhələlərində onların yaranmasının əleyhinə mümkün olan qabaqlayıcı ölçülərin götürülməsi vacibdir. Bu, verilənlərin ötürülməsi şəbəkə sisteminin etibarlılıq dərəcəsinin göstəricilərinin təqribi hesablama üsullarını istifadə etməyə imkan verir. Kəskin üsulları yoxlanılmış başlanğıc verilənlərin olmaması nəticəsində tətbiq etmək mümkün olmur. Mürəkkəb sistemlər üçün etibarlılığın təmin olunması və hesablanması problemi sistemli analiz əsasında həll oluna bilər [5,6].

$P(t)$ – imtina ehtimalı zamanının funksiyasıdır. Bu, istismarın verilmiş şərtlərində t – zamanı müddətində imtinanın baş verməyəcəyinin ehtimalıdır:

$$P(t) = P(T \geq t),$$

burada, T – sistemin işləmə periodudur.

Belə olan halda, imtinanın ehtimalı:

$$Q(t) = P(T < t) = 1 - P(t).$$

Δt – kiçik zaman intervalında imtinaların $n(\Delta t)$ - orta sayını sistemin elementlərinin N_0 – sayı və $P(t)$ – imtinasız işləmə ehtimalı ilə əlaqələndirək:

$$n(\Delta t) = N_0 \cdot P(t) - N_0 \cdot P(t + \Delta t) = N_0 \cdot (P(t) - P(t + \Delta t)),$$

Bu ifadəni Δt – yə bölsək, vahid zamanda imtinaların sayını alırıq:

$$\frac{n(\Delta t)}{\Delta t} = N_0 \left[\frac{P(t)}{\Delta t} - \frac{P(t + \Delta t)}{\Delta t} \right],$$

lakin, $\Delta t \rightarrow 0$ olduqda $(P(t) - P(t + \Delta t)) / \Delta t$ törəmədir - $P'(t)$ və ya söhbət etibarlılıqdan gədersə, bu imtinaların tezliyidir: $a(t) = -P'(t)$.

$a(t)$ – imtinaların tezliyi

$$a(t) = Q'(t) = -P'(t),$$

kimi təyin olunur. Buradan:

$$P(t) = \int_0^{\infty} a(t) dt.$$

Δt – zaman müddətində imtinaların sayı:

$$n(\Delta t) = N_0 \cdot a(t) \cdot \Delta t$$

olacaq.

Puasson paylanmasına görə hadisələrin başlanması intervallarının müddəti $f(x) = \lambda e^{-\lambda x}$ – paylanma sıxlıqlı təsadüfi kəmiyyətdir. Burada:

- birinci an $M(x) = 1/\lambda$,
- ikinci an $D(x) = 1/\lambda^2$.

İmtinasız işləmənin orta müddəti:

$$T_0 = M[T_0] = \int a(t) \cdot t dt.$$

İmtinalar, adətən, inteqral kriteriyası - $\lambda(t)$ imtinalar seli intensivliyi ilə xarakterizə olunur:

$$\lambda(t) = \frac{a(t)}{P(t)} = -\frac{P'(t)}{P(t)} = \frac{d \cdot \ln P(t)}{dt},$$

buradan imtinasız işləmə ehtimalı:

$$P(t) = e^{-\int_0^t \lambda(\tau) d\tau} + C \quad (1)$$

$$Q\left(t < T < t + \frac{\Delta t}{T} > t\right) = 1 - P(t, \Delta t) = 1 - \frac{P(t + \Delta t)}{P(t)}, \quad (3)$$

buradan;

$$Q(t) = \frac{P(t) - P(t + \Delta t)}{P(t)}$$

və ya

$$Q(\Delta t) = \frac{P(t) - P(t + \Delta t)}{\Delta t \cdot P(t)} \cdot \Delta t = -\frac{P'(t)}{P(t)} \cdot \Delta t.$$

Lakin, (3) ifadəsindən görünür ki, $a(t) \cdot \Delta t$

$$Q(\Delta t) = \frac{a(t) \cdot \Delta t}{P(t)}.$$

$a(t) = \lambda P(t)$ olduğunu nəzərə alsaq:

$$Q(\Delta t) \approx \lambda \cdot \Delta t.$$

Beləliklə, təklif olunan üsul axtarılan qiymətləri almağa imkan verir.

$t = 0$ olduqda, sistemin düzgün işləməsi ehtimalı $P(0) = 1$ və $C = 0$ olacaq. Əgər $\lambda(t) = \text{const}$ qəbul etsək, onda $P(t) = e^{-\lambda t}$.

İmtinaya işləmə müddəti:

$$T(t) = \frac{t}{N(t)},$$

burada, $N(t) - t$ – müddəti ərzində imtinaların orta sayıdır.

İmtinalar selinin sabitliyi şərtində (belə ki, bir çox hallarda bu doğrudur) yəni, $\lambda = \text{const}$, imtina üzərində işləmənin orta müddətini belə təyin etmək olar:

$$T_0 = M[T_0] = \frac{1}{\lambda}$$

Fərz edək ki, t_0 – anında verilənlərin ötürmə şəbəkəsi səhsiz işləyib. Bundan sonra t – zaman müddətində imtinasız işləmə ehtimalı - şərti ehtimal olur:

$$P(t_0 + t) = P\left(T \geq t_0 + \frac{t}{T} \geq t_0\right).$$

O, aşağıdakı ifadədən təyin olunur:

$$P(t_0 + t) = P(t_0) \cdot P(t_0, t), \quad (2)$$

buradan alınır ki,

$$P(t_0, t) = \frac{P(t_0 + t)}{P(t_0)}.$$

Əgər t – zamanına qədər verilənlərin ötürülmə şəbəkəsi düzgün işləyibsə, t – dən $t + \Delta t$ –yə qədər olan zaman intervalında imtinaların ehtimalını qiymətləndirək:

▲ŞKARETMƏ EHTİMALININ HESABLANMASI.

Verilənlərin ötürülmə şəbəkəsi onun analizinin hər bir səviyyəsində çoxlu sayda elementlərdən ibarət olur. Əgər i -ci elementin işləmə müddəti $\lambda_i(t)$ – imtinalar selinin intensivliyi ilə xarakterizə olunursa, onda (1) və (2) – ifadələrindən düzgün işləmə ehtimalı aşağıdakı kimi təyin olunacaq:

$$P_i(t) = 1 - \int_0^t \lambda_i(\tau) \cdot e^{-\lambda_i \tau} d\tau.$$

İmtinalar selinin zamanla dəyişmədiyi mülahizəsindən N – elementli şəbəkənin imtinasız işləmə ehtimalı:

$$P(t) = e^{-t \cdot \sum_{i=1}^N \lambda_i}.$$

Şəbəkənin cəmi bir elementinin sıradan çıxması ümumi imtina deməkdir. Deməli, $T_0 > t$ olduğundan imtinaya işləmə müddəti:

$$T_0 = \min\{T_{0i}\}, i = 1, \dots, N.$$

Əgər istənilən $T_{0i} > t$, olarsa, şəbəkənin imtinasız işləmə ehtimalı:

$$P(t) = \prod_{i=1}^N P_i(t)$$

olacaq.

Fərz etsək ki, bütün müştəri yerlərinin etibarlılığı eynidir və bir elementə imtinanın işlənməsi üçün lazım olan müddət bütün şəbəkəyə lazım olan müddətdən kifayət qədər çoxdur, güman etmək olar ki, t -nin kiçik qiymətlərində imtinanın ehtimalı:

$$Q_{0i}(t) \approx \lambda \cdot t$$

olacaq. Burada, $a > 0$ – hər hansı müsbət kəmiyyətdir.

Düzgün işləmə ehtimalı:

$$P(T_0 > t) = P(T_{0i} > t, i = 1, \dots, N)$$

və ya

$$P(T_0 > t) = \prod_{i=1}^N (1 - F_{0i})$$

olacaq.

Belə olan halda N - nin böyük və $Q_{0i}(t)$ - , $P(T_0 > t) = [1 - NQ_{0i}(t)] \approx e^{-N \cdot Q_{0i}(t)}$ eyni qiymətlərində N - elementdən ibarət şəbəkənin imtinasız işləmə ehtimalı aşağıdakı kimi yazıla bilər:

$$P(T_0 > t) e^{-N \lambda t^a}.$$

Şəbəkənin təmirə yararlığı imtinadan sonra işləmə qabiliyyətinin bərpa olunmasının orta müddəti ilə qiymətləndirilir - T_w .

Şəbəkə informasiyanın emalı və ötürülməsi ilə məşğul olduğundan "Həqiqilik" anlayışını istifadə etmək məqsədə uyğun olardı. Həqiqilik bir-bir imtinanın işlənməsi üçün lazım olan T_S - orta müddətlə qiymətləndirilir. İmtinadan sonra bərpa müddəti səhvin identifikasiya müddəti, imtinanın fiksasiyası müddəti (statistikanın yığılması üçün) və restart müddətinin cəmindən ibarət olur. Bu, verilmiş funksiya ilə paylanmanın təsadüfi kəmiyyətidir [10]:

$$F_S(t) = P(T_S < t) \quad (4)$$

Paylanmanın sıxlığı isə:

$$f_S(t) = \frac{dF_S(t)}{dt} \quad (5)$$

Bərpa olunma - hesablama prosesinin imtinadan sonra bərpasına lazım olan orta müddətlə (riyazi gözləmə - T_S) qiymətləndirilir. μ_S - bərpa olunma selinin intensivliyi - abonent punktunun onun t - zamanına qədər işlək olmaması şərti daxilində bərpa olunmasına qədər zamanın şərti paylanma ehtimalı sıxlığıdır.

Hesab etmək olar ki, T_S - eksponensial paylanma və sabit intensivlikli təsadüfi kəmiyyətdir:

$$f_S(t) = \mu_S e^{-\mu_S t} \quad (6)$$

Şəbəkənin imtinadan sonra bərpa olunmasının orta müddəti:

$$T_S = M[T_S] = \int_0^{\infty} t \mu_S e^{-\mu_S t} dt$$

və ya

$$T_S = \frac{1}{\mu_S}$$

Şəbəkənin imtinadan sonra bərpa olunma müddəti nasazlığın t_n - axtarış müddəti və onun t_u - köhnəlmə müddətindən asılıdır:

$$T_w = t_n + t_u.$$

Profilaktiki sınaqlar zamanı imtinanın işləmə müddəti artır. Profilaktikanın effektivliyini belə qiymətləndirmək olar:

$$E_p = \frac{T_{0p}}{T_0},$$

burada, T_{0p} - profilaktika zamanı imtinanın işlənməsinə lazım olan müddətdir.

Profilaktikanın nəticə əmsalı:

$$K_p = \frac{N_p}{(N_p + N_r)}$$

olacaq.

E_p və K_p - kəmiyyətləri profilaktiki işlərin periodikliyindən və həcmindən asılıdır.

İmtinalar seli olduqda, işlək vəziyyətdə olan şəbəkədə aşkərmə ehtimalının qiymətləndirilməsini aparaq. λ_0 - iki imtina arasında zaman müddətinin eksponensial paylanması parametri olsun; μ_w - bərpa olunma və təmirin gözlənilməsi prosesinin analogi parametri; $P_0(t)$ - şəbəkədə $P_0(0) = 1$ zaman başlanğıcında işlək halda aşkərmə ehtimalı; $P_1(t)$ - işlək olmayan halda şəbəkədə aşkərmə ehtimalıdır. Δt - kiçik zaman müddətində şəbəkədə işlək vəziyyətdə aşkərmə ehtimalını hesablayaq: Başlanğıc zaman anında işlək şəbəkənin aşkərmə ehtimalı (2) ifadəsinə görə:

$$P(t + \Delta t) = P_0(t) \cdot e^{-\lambda_0 \cdot \Delta t}, \quad (7)$$

işlək olmayan vəziyyətdə isə:

$$P(t + \Delta t) = P_1(t) \cdot (1 - e^{-\mu_w \Delta t})$$

Beləliklə, tam ehtimal:

$$P(t + \Delta t) = P_0(t + \Delta t) + P_1(t + \Delta t) = 1. \quad (8)$$

Δt - nin kiçik qiymətlərində (7) - ifadəsinə uyğun olaraq belə yazıla bilər:

$$e^{-\lambda_0 \cdot \Delta t} \approx 1 - \lambda_0 \Delta t$$

$$e^{-\mu_w \cdot \Delta t} \approx 1 - \mu_w \Delta t$$

(5) və (6) – ifadələrini (8) – ifadəsində nəzərə alsaq:

$$P_0(t + \Delta t) = P(t) - \lambda_0 \Delta t P_0(\Delta t) + \mu_w P_1(t) \Delta t.$$

Bu ifadəni Δt – yə bölsək:

$$\frac{P(t+\Delta t)-P(t)}{\Delta t} = -\lambda_0 P_0(t) + \mu_w P_1(t).$$

Δt - nin kiçik qiymətlərində:

$$P_0(t) = \frac{\mu_w}{\lambda_0 + \mu_w} \cdot [1 - e^{-(\lambda_0 + \mu_w)t}] + P_0(0) \cdot e^{-(\lambda_0 + \mu_w)t}$$

t – nin kifayət qədər böyük qiymətləri, zamana görə sabit qalan imtinalar və bərpa olunma selləri zamanı işlək vəziyyətdə şəbəkədə aşkaretmə ehtimalı:

$$P_0 = \frac{\mu_w}{\lambda_0 + \mu_w}$$

işlək olmayan vəziyyətdə isə

$$P_1 = \frac{\lambda_0}{\lambda_0 + \mu_w}$$

olacaq.

İmtinalar və bərpa olunma sellərinin intensivliyini və həmçinin, ixtiyari t – zaman anında şəbəkənin vəziyyəti ehtimalını nəzərə alaraq aşağıdakı ifadəni yazmaqla:

$$P_0(t) = \frac{\left(\frac{1}{T_w}\right)}{\left(\frac{1}{T_0} + \frac{1}{T_w}\right)} = \frac{T_0}{T_w + T_0} \quad (9)$$

$$\frac{dP(t)}{dt} = -\lambda_0 P_0(t) + \mu_w P_1(t)$$

$P_0(t) + P_1(t) = 1$ olduğunu nəzərə alsaq, nəticədə Kolmoqorov bərabərliyini alarıq:

$$\frac{dP_0(t)}{dt} = -[\lambda_0 + \mu_w]P_0(t) + \mu_w$$

Kolmoqorov bərabərliyinin analitik həlli aşağıdakı kimidir:

NƏTİCƏLƏR.

1. Mühafizə olunan paylanmış telekommunikasiya şəbəkəsində informasiyanın ötürülməsinin işlənmiş modeli əsasında şəbəkənin elementlərinə olan tələblər sistemini elementar komponentlərə olan tələblər kimi ifadə etmək olar.

2. İşlək vəziyyətdə şəbəkədə aşkaretmənin müddətinin artırılması kriteriyalarının (4), (5), (7), (9) yerinə yetirilməsini tələb edir ki, nəticə olaraq şəbəkənin elementlərinin etibarlılığının artırılmasında vasitələrdən arıq olaraq istifadə olunmasının əsaslandırılmasına və eləcə də bu şəbəkədə yeni əlaqələrin alınmasına gətirir.

3. Mühafizə olunan telekommunikasiya şəbəkəsində olan konkret tələblər, şəbəkənin hər bir elementinin qiymətləndirilməsində sistemiyaradan tələblərin əsasında formalaşır.

- | | |
|---|--|
| <p>[1] P.B. Мецгеряков, С.К. Росошек, А.А. Шелупанов, М.А. Сонькин. Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. акад. М.Ф. Решетнева. 2006, № 3 (10), с. 171–175.</p> <p>[2] P.B. Мецгеряков, А.А. Шелупанов, Е.Б. Белов, В.П. Лось. Основы информационной безопасности. М.: Горячая линия, Теле ком, 2006, 544с.</p> <p>[3] П.С. Давыдов. Техническая диагностика радиоэлектронных устройств и систем. М.: Радио и связь, 1988. 256 с.</p> | <p>[4] В.В. Луцаев. Надежность программного обеспечения АСУ. М.: Энергоиздат, 1981, 240 с.</p> <p>[5] А.А. Шумский, А.А. Шелупанов. Системный анализ в защите информации. М.: Гелеос АРВ, 2005, 224 с.</p> <p>[6] Ф.И. Перегудов, Ф.П. Тарасенко. Основы системного анализа. Томск: Изд-ство ТГУ, 1997, 396 с.</p> |
|---|--|

E.A. Kerimov

MODEL OF RELIABILITY OF INFORMATION TRANSMISSION IN THE PROTECTED TELECOMMUNICATION NETWORK

The developed network based on the packet controller assumes the design on the conceptual level and the formation of some model for the distribution of processing and data transfer nodes. In view of the fact that the intended use of the network is determined by the processing of information of limited distribution, increased attention is required to the security and reliability of the network operation, to ensuring information security.

Э.А. Керимов

**МОДЕЛЬ НАДЕЖНОСТИ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ В ЗАЩИЩЕННОЙ
ТЕЛЕКОММУКАЦИОННОЙ СЕТИ**

Разрабатываемая сеть на основе пакетного контроллера предполагает проектирование на концептуальном уровне и формирование некоторой модели распределения узлов обработки и передачи данных. В виду того, что предполагаемое использование сети определяется обработкой сведений ограниченного распространения, требуется повышенное внимание к защищенности и надежности функционировании сети, обеспечению информационной безопасности.

Qəbul olunma tarixi: 11.10.2018