

ANALIZA FIABILITĂȚII DE FUNCȚIONARE A REȚELELOR DE COMUNICAȚII

CHIHAI Andrei, NISTIRIUC Ana, ȚURCANU Dinu, NISTIRIUC Pavel P., RUSSU Gabriel, POPOVICI-SHARMA Natalia, NISTIRIUC Pavel V., ALEXEI Anatol,
Universitatea Tehnică a Moldovei

Abstract: Based on a framework of semi-Markov processes and a method of phase consolidation the model of failure – free service network (MSN) was designed.

Introducere

O problemă importantă pentru rețelele de comunicații moderne(RCM) reprezintă estimarea cantitativă pentru astfel de caracteristici după cum sunt fiabilitatea și bună pentru reparație[1]¹ în baza aparatului proceselor semi-Markov, care nu conțin limitări privind legea de distribuire al mărimilor aleatoare[2]². Concomitent, o particularitate importantă în soluționarea descrierii funcționării RCM cu un număr mare de stări posibile este utilizarea metodei grupării de fază a sistemului Markov[3]³, la care pot fi referite și RCM. În prezenta lucrare se propune de a analiza mai detaliat o serie de evaluări cantitative pentru RCM.

Partea de bază

Una din caracteristicile de bază a RCM este timpul de funcționare T^i pînă la deranjamentul parțial al nivelului i . În modelul semi-Markov pentru RCM în spațiul de fază al stărilor E pentru procesul semi-Markov, care modelează funcționarea RCM, se separă submulțimea E^i al stărilor parțial inoperabile, trecerea în care înseamnă reducerea eficienței RCM pînă la nivelul i . Atunci timpul de funcționare T^i al RCM pînă la deranjamentul parțial al nivelului i se determină de timpul de aflare al procesului semi-Markov în submulțimea stărilor cu capacitatea de funcționare E^{i-1} pînă la prima nimerire în setul E^i . Timpul nominalizat se determină prin expresia:

$$T^i = \sum_{j \in E^{i-1}} \rho_j m_j; \quad E^{i-1} = \bigcup_{k=0}^{i-1} E_k; \quad m_j = M\theta_j; \quad (1)$$

unde ρ_j este distribuția staționară a procesului semi-Markov; m_j – așteptarea matematică; θ_j – timpul de aflare în stările individuale.

O alta caracteristică pentru RCM este coeficientul staționar de disponibilitate pentru nivelul i de reducere a eficienței C_d^i , care caracterizează probabilitatea că orice moment de timp nivelul de reducere a eficienței este mai mic decît pentru nivelul j :

$$C_d^i = \left(\sum_{j \in E^{i-1}} \rho_j m_j / \sum_{j \in E} \rho_j m_j \right). \quad (2)$$

Încă una din caracteristicile ale RCM este probabilitatea trecerii rețelei Q^i în starea deranjamentului parțial i :

$$Q^i = \left(\sum_{j \in E^{i-1}} \rho_j P(j, E^i) \right) \quad (3)$$

Unde $P(j, E^i)$ este probabilitatea trecerii RCM din starea j în setul de stări, E^i al deranjamentelor parțiale pentru nivelul i .

În unele cazuri se utilizează astfel de parametri după cum sunt MTBF (Mean Time Between Failures) M^i și intensitatea deranjamentelor Λ^i :

$$M^i = \frac{1}{\Lambda^i} = \frac{T^i}{Q^i} = \left[\sum_{j \in E^{i-1}} \rho_j m_j / \sum_{j \in E^{i-1}} \rho_j P(j, E^i) \right] \quad (4)$$

Atunci probabilitatea funcționării RCM $P^i(t)$ în decursul timpului t pînă la nivelul i de reducere a eficienței ,se determină conform relației:

$$P^i(t) = \exp(-\Lambda^i t). \quad (5)$$

¹ Timbal V.A. Informații obținute din setea de comunicații. Markovskii podhod.-Moscova: Vuzovskaia Kniga, 2014-144p.

² Coroliuk V.S., Turbin A.F. Polu-Markovskie processi i ih prilozhenia. -Kiev:Noukova dumka,1976.-181p.

³ Coroliuk V.S., Turbin A.F. Fazovoe ukрупnenie slojnih sistem. -Kiev:Visa shkola,1978.-112p.

Coeficientul operativ de disponibilitate al RCM cu nivelul i de reducere a eficienței C_{od}^i , care determină probabilitatea, că RCM cu nivelul de reducere al eficienței mai mic decât i v-a funcționa în decursul timpului t și totodată nivelul RCM de reducere a eficienței nu se v-a majora, se determină prin intermediul relației:

$$C_{od}^i = C_d^i P^i(t) \quad (6)$$

Luând în considerare cerințele stricte înaintate către fiabilitatea RCM, nivelul i de reducere a eficienței, de regulă se consideră ca deranjament al RCM în întregime .

În acesta caz se consideră, ca RCM poate să se afle în doua stări posibile: în stare bună de funcționare $E_{fun} = E_0$ și în stare inoperabilă $E_{inoper} = \bigcup_{i=1}^N E_i$, unde E_i este setul de stări , care corespund nivelului i de reducere a eficienței .

O particularitate caracteristică RCM este posibilitatea apariției deranjamentelor cu caracter de pană [4]⁴, care pot fi determinate prin intermediul caracteristicii care prezintă intensitatea penelor și la fel durata lor.

În aceste cazuri deranjamentele cu caracter de pană sunt determinate de următorii indicii: durata de funcționare pîna la refuz cu caracter de pană, timpul de funcționare fără pene a RCM. Deranjamentele cu caracter de pană la fel pot fi luate în considerare împreună cu deranjamentele echipamentului conform indicilor prin intermediul expresiilor(1-6) la aplicarea procedurii corespunzătoare a grupării de fază RCM [3].

Procedurile grupării de fază a RCM permite să obținem o precizie acceptabilă pentru RCM cu o fiabilitate sporită , care se caracterizează cu ajutorul parametrului de nesiguranță χ , ce tinde către zero:

$$\chi = \frac{\max_{i \in E_{inoper}} P_{ik}}{\min_{i \in E_{fun}} P_{ij}} \quad , \quad (7)$$

unde E_{fun} și E_{inoper} sunt seturile de stări corespunzătoare bune de funcționare și inoperabile ale RCM, adică în cazul dat probabilitatea maximă a deranjamentului RCM în orice stare de funcționare trebuie să fie cu mult mai mică decât probabilitatea minimă a trecerii dintr-o stare de funcționare în alta .Metoda grupării de fază a RCM presupune în caz de necesitate posibilitatea de utilizare a ierarhiilor de grupare.

Încheiere

O proprietate importantă a grupării de fază este faptul că funcționarea RCM grupate se descrie prin intermediul lanțului Markov cu timpul continuu , pe cînd funcționarea sistemului inițial se descrie cu ajutorul proceselor semi-Markov. Procesele Markov în calitate de modele al RCM ce se studiază apar în rezultatul descompunerii spațiului de fază în clase și unirea stărilor care aparțin uneia și aceeași clasă. Astfel, algoritmele grupării de fază evidențiază o legitate naturală în funcționarea RCM. RCM un timp destul de îndelungat se afla în fiecare din clase, iar trecerile între clase sunt puțin probabile în comparație cu probabilitățile trecerilor în interiorul fiecărei clase. Prin aceasta se explica proprietatea proceselor Markov a RCM grupate în care dispare dependența trecerilor între clase.

În dependență de evoluția RCM inițiale în interiorul claselor, timpul de aflare în fiecare din clase se acumulează sub formă de sumă a unui număr mare de variabile aleatoare, care reprezintă timpul de aflare în stările individuale.

Aceasta și permite să considerăm că timpul este distribuit conform legii exponențiale. Pe lîngă faptul că valorile probabilităților trecerilor între stările RCM reale în decursul unui pas și la fel valorile timpului mediu de aflare în stările RCM, reprezintă informația cantitativă minimă, conform căreia se poate de obținut rezultate și concluzii obiective cu o certitudine destul de înaltă despre fiabilitatea RCM.

⁴ Alekseev E.B., Gordienko V.N., Cruhmalev V.V., Mocenov A.D., Tveretchii M.S. Proectirovanie i tehneschaia exploatatia tifrovih telekommunikationnih sistem. -Moscov: Goreaceaia linia –Telecom,2008.-416p