

АНАЛІЗ ПОТОКІВ ВІДМОВ БАГАТОВИМІРНИХ МЕРЕЖ

Федюнін С. А.

Державний університет телекомунікацій, Україна

E-mail: s.fediunin@gmail.com

Failure stream of multidimensional networks.

The problems of construction of multidimensional next generation network are considered. It is shown that main problem for these networks is a creation of a control system, which will have the reliability parameters. Concept of failure stream of restoring system are determined. The basic properties of stationary and non-stationary flows of failures are analyzed.

Сучасні інфокомунікаційні мережі – це не лише мережі транспорту і доступу, але ще і мережі підтримки і сервісу, тобто мережі синхронізації, сигналізації, управління, мережі передачі сигналів часу і тому подібне. Всі вони мають власні технічні і, зокрема, обчислювальні засоби і вирішують з їх допомогою поставлені завдання. В сукупності мережі транспорту, доступу, підтримки і сервісу, зрозуміло, частково взаємодіють між собою, але така взаємодія відбувається лише в міру необхідності і не розглядається як істотний принцип їх розвитку і вдосконалення в умовах автономності існування цих мереж [1]. Тому принцип "багато послуг – одна мережа" не лише в сучасних мережах, але і в мережах NGN (Next Generation Network – мережа наступного покоління) в значній мірі декларативний.

Інша справа – мережі FGN (Future Generation Networks – мережі майбутніх поколінь). Передбачити їх архітектуру і навіть загальні принципи побудови дуже важко, але все таки аналіз тематики деяких сучасних теоретичних досліджень в області складних систем і всіляких мережевих структур дозволяє зробити деякі припущення про можливу подібність і навіть деякі особливості мереж майбутнього. Є підстава вважати, що це будуть багатовимірні мережі [2]. До питань теорії побудови такого роду мереж в різних областях природознавства і, у тому числі, в області телекомунікацій останніми роками виявляється значний інтерес.

Багатовимірність інфокомунікаційної мережі. Відомо, що багатовимірність, що розглядається як конструктивний принцип, є способом об'єднання розрізаних шляхів в єдине ціле і, відповідно, багатовимірні мережі майбутнього не обов'язково повинні мати чітко виражене ділення на мережі транспорту, доступу і згадані мережі підтримки і сервісу [2, 3]. Тому в мережах FGN, тобто в інфокомунікаційних мережах майбутнього, стане можливим за рахунок використання багатовимірної структури мережі і багатоядерних обчислювальних засобів в її вузлах забезпечувати обмін інформацією і надання всіляких послуг споживачам по майже примітивній, на перший погляд, схемі:

Споживачі (Користувачі) – Багатовимірна мережа – Споживачі (Користувачі)

При такому підході доступ, транспорт, сервіс, підтримка (синхронізація, сигналізація і т. д.) – це внутрішня справа інтегрованої мережі FGN, багатовимірної архітектури якої в принципі надає можливості спільного вирішення завдань, покладених на складові її мережі, у тому числі неординарними способами, відповідними рівню винаходів.

Можна передбачити, що для мережі майбутнього FGN найпростіше рішення, при якому мережі доступу, транспорту і різні мережі підтримки знаходяться в своїх власних, лише для них відведених, вимірах навряд чи буде кращим рішенням. Між іншим, по суті, хоч і з деякою натяжкою, таке положення якраз має місце зараз, якщо, наприклад, існуючу мережу загального користування розглядати теж як багатовимірну мережу, де в своїх власних вимірах знаходяться: транспорт, доступ і різні мережі підтримки і сервісу.

Навпаки, в мережі FGN, при її спочатку і принципово багатовимірній структурі можна буде використовувати загальні ресурси цієї мережі і особливо обчислювальні ресурси різними, а, можливо, і всіма підмережами цієї багатовимірної і, як правило, багаторівневої мережі.

Відповідно перехід до багатовимірних мереж з максимальним використанням ресурсів, що є у них, може розглядатися як вельми істотний, якщо не головний, показник відмінності мереж FGN від сучасних мереж, у тому числі мереж NGN.

Основною проблемою для цих мереж є створення системи управління, яка буде мати визначені параметри надійності. Як відомо, основою створення надійних систем є забезпечення властивості відновлення після відмов.

Основні властивості потоків. Потік називають стаціонарним, якщо закон розподілу вектору числа відмов $\eta(a+t_1)-\eta(a)$, $\eta(a+t_2)-\eta(a)$, ..., $\eta(a+t_d)-\eta(a)$ відповідно на відрізках часу $(a, a+t_1; a, a+t_2; \dots; a, a+t_d)$ залежить тільки від тривалості цих відрізків t_1, t_2, \dots, t_d , але не залежить від вибору загального моменту a початку відрізків. В іншому випадку потік називають нестаціонарним. Виконання вимог стаціонарності означає що ймовірні характеристики потоку не залежать від часу. Зокрема, закон розподілу числа відмов на будь-якому проміжку часу (t_1, t_2) не залежить від самих значень t_1 і t_2 , а залежить тільки від їх різниці t_2-t_1 .

На осі часу виділимо набір непересічних проміжків часу довжиною $\Delta t_1, \Delta t_2, \dots, \Delta t_k$ (Рис.2) і позначимо через $\Delta \eta_1(\Delta t_1), \Delta \eta_2(\Delta t_2), \dots, \Delta \eta_k(\Delta t_k)$ випадкові величини – числа відмов на цих проміжках часу.

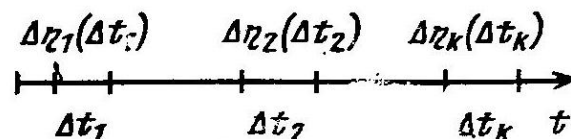


Рис. 2. До визначення поняття «післядія в потоці відмов»

Потік відмов називають *потоком без післядії*, якщо для будь-якого набору непересічних проміжків часу $\Delta t_1, \Delta t_2, \dots, \Delta t_k$ числа відмов на цих проміжках

$\Delta\eta_1(\Delta t_1), \Delta\eta_2(\Delta t_2), \dots, \Delta\eta_k(\Delta t_k)$ являють собою взаємно незалежні випадкові величини. Тому, якщо маємо k непересічних проміжків часу $\Delta t_1, \Delta t_2, \dots, \Delta t_k$ і ймовірність виникнення n_1, n_2, \dots, k відмов протягом кожного з цих проміжків відповідно дорівнюють $p(n_1, \Delta t_1), p(n_2, \Delta t_2), \dots, p(n_k, \Delta t_k)$, то ймовірність поєднання подій (протягом відрізка часу Δt_1 виникає n_1 відмов, протягом відрізка часу Δt_2 виникає n_2 відмов і т.д.) дорівнює похідній ймовірності

$$\prod_{i=1}^k p(n_i, \Delta t_i) p(n_2, \Delta t_2) \dots p(n_k, \Delta t_k)$$

Зокрема, виконання вимоги відсутності наслідку означає, що розподіл числа відмов на будь-якому проміжку часу не залежить від реалізації потоку до та після цього проміжку часу.

Потік називають *ординарним* якщо

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{q(2, \Delta t)}{\Delta t} = 0,$$

де $q(2, \Delta t)$ – ймовірність виникнення меншою мірою двох відмов протягом проміжку часу довжиною Δt .

Ординарність означає практичну неможливість виникнення двох чи більше відмов одночасно.

Введемо деякі додаткові поняття. Провідна функція потоку визначається як математичне очікування числа відмов за час t :

$$W(t) = M[\eta(t)].$$

Очевидно, що $W(t)$ – ненегативна неубутна функція. Ця функція до того ж практично завжди диференційована, та існує величина

$$\omega(t) = \frac{dW(t)}{dt},$$

яку називають *параметром потоку відмов*.

Очевидно, що у стаціонарного потоку параметр $\omega(t)=\omega$, тобто є постійною величиною та не залежить від часу. Провідна функція при цьому являється лінійною функцією часу, тобто $W(t)=\omega t$.

Література

1. Битнер В. Н. Сети нового поколения – NGN : учебное пособие для ВУЗов / В. Н. Битнер, Ц. Ц. Михайлова. – Москва : Горячая линия – Телеком, 2011. – 226 с.
2. Коновалов Г. В. Многомерные сети как философия сетей FGN // Материалы VII международной научно-технической конференции «Перспективные технологии в средствах передачи информации — ПТСПИ'2007». 10-12 октября 2007. – Владимир: – 2007.
3. Bhushan N. Network densification: the dominant theme for wireless evolution into 5G/ N. Bhushan, Li Junyi, D. Malladi et al. // IEEE Communications Magazine. USA: Institute of Electrical and Electronics Engineers. – 2014. – Vol. 52, No. 2. – P.82-89.