

МЕТОД РОЗРАХУНКУ НАДІЙНОСТІ РІВНЯ УПРАВЛІННЯ АРХІТЕКТУРИ IMS ПРИ КОВЗНОМУ РЕЗЕРВУВАННІ

Верес Л.А.

Інститут телекомунікаційних систем КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна

E-mail: veresleonid@gmail.com

METHOD FOR CALCULATING THE RELIABILITY OF THE IMS ARCHITECTURE CONTROL LEVEL WITH MOVING RESERVATION

Due to the fact that in Ukraine not so long ago, mobile operators launched 4g networks and used them only to increase the data transfer speed, and to introduce new services such as VoLTE and VoWiFi, an architecture is needed that can ensure the correct operation of voice services using packet data transmission. But since mobile operators will still use 2G and 3G networks to service voice traffic for a long time, therefore, one of the necessary conditions for the normal functioning of mobile operators' networks is the introduction of the IP Multimedia Subsystem (IMS) as the main element of the control level. One of the main requirements for the IMS system is the requirement for its reliability.

В Україні всі оператори мобільного зв'язку проголосили про запуск мереж 4g. Основна відмінність цих мереж – більш висока швидкість передачі даних. Однак мережі 4g повинні надавати нові послуги, наприклад такі як VoLTE і VoWiFi через пакетну мережу передачі даних. А для цього необхідна нова архітектура рівня управління IP Multimedia Subsystem (IMS), яка представлена на рис.1. Одною з основних вимог до системи IMS є висока надійність функціонування [1].

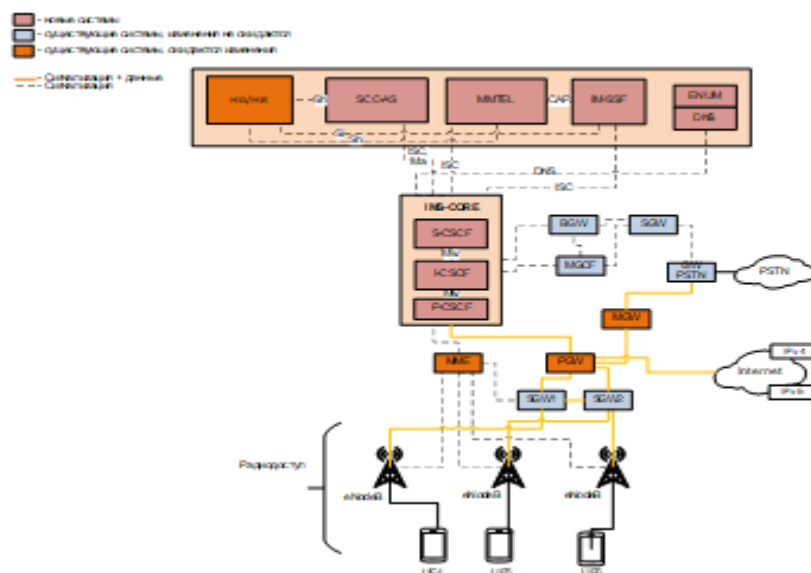


Рис.1. Архітектура мережі 4G з використанням IMS.

Розглянемо кілька причин необхідності надійності. Перша причина є зростання складності мобільних мереж, апаратури їх обслуговування, жорсткості умови експлуатації та відповідальності завдань, які на них покладаються [2]. Недостатня надійність мережі мобільного оператора призводить до збільшення частки експлуатаційних витрат у порівнянні з

загальними витратами. При цьому вартість експлуатації IMS може у багато разів перевершити вартість їх розробки і впровадження. Крім того, відмови IMS призводять різного роду наслідків: втрат інформації, простоїв пристроїв і систем. Третьою причиною підвищення ролі надійності в сучасних умовах є економічний фактор. Втрата сервісу у клієнта веде до втрати прибутку оператора. Одним з методів забезпечення високої надійності є метод ковзного резервування.

Ковзне резервування використовується для резервування кількох однакових елементів системи одним або декількома однаковими резервними елементами. Це говорить про те що буде кілька головних елементів без яких система не буде працювати і кілька надлишкових. Така система називається система типу "m з n" [3, 4,] представлена на рис.2. Наприклад, візьмемо систему з кількох елементів. Вони повинні бути з однаковою надійністю і повинен бути ще один або кілька елементів які в разі падіння одного з головних елементів візьмуть на себе це навантаження і цей елемент повинен бути підключений до всіх елементів що б система працювала правильно. Цю модель резервування можна застосувати і для архітектури IMS на рівні управління. Рівень управління має три функціональні елементи I-CSCF, S-CSCF, P-CSCF [5]. Так як ці елементи виконують різну роль на рівні управління то вони мають різний функціонал, але фізично вони можуть мати однакову продуктивність і надійність. Таким чином ми можемо застосувати цей вид резервування для архітектури IMS.

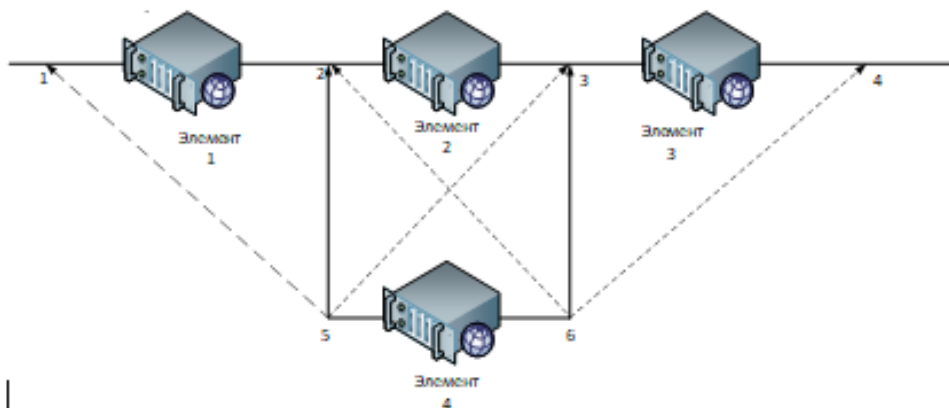


Рис.2. Модель ковзного резервування 3 з 4.

Розрахунок надійності системи "m з n" може проводитися комбінаторним методом, в основі якого лежить формула біноміального розподілу. Біноміальному розподілу підпорядковується дискретна випадкова величина k - кількість працюючих елементів, n - максимальна кількість всіх елементів, без яких система працювати не буде, p - надійність одного елемента. При цьому ймовірність події визначається:

$$P_k = C_n^k p^k (1 - p)^{n-k}$$

де C_n^k - біноміальний коефіцієнт, "числом елементів по k з n" (тобто скількома різними способами можна реалізувати ситуацію "k з n"), який дорівнює:

$$C_n^k = \frac{n!}{k! (n - k)!}$$

Оскільки для відмови системи "m з n" досить, щоб кількість справних елементів було менше m, ймовірність відмови може бути знайдена по теоремі додавання ймовірностей для $k = 0, 1, \dots (n-1)$:

$$Q = \sum_{k=0}^{m-1} P_k = \sum_{k=0}^{m-1} C_n^k p^k (1-p)^{n-k}$$

Аналогічним чином можна знайти надійність всієї системи як суму для $k = m, m+1, \dots, n$:

$$P = \sum_{k=m}^n P_k = \sum_{k=m}^n C_n^k p^k (1-p)^{n-k}$$

Наведемо приклад розрахунку ковзного резервування на рівні управління архітектури IMS рис.2, коли в ядрі системи є 4 елементи з яких три мають працювати обов'язково. Тоді підставимо в формулу: $m=3$; $n=4$;

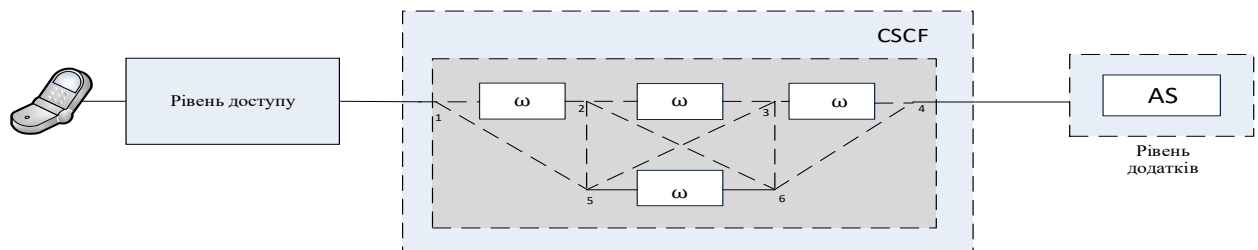


Рис.2. Модель ковзного резервування рівня управління IMS з елементами однакової надійності.

$$W_{\text{CSCF SKOL REZ}} = \sum_{k=3}^4 P_k = \sum_{k=3}^n C_n^k p^k (1-\omega)^{n-k} = \sum_{k=3}^4 C_4^3 p^3 (1-\omega)^{4-3}$$

Таким чином, використання моделі та наведених формул дозволяє розрахувати показники надійності системи IMS для методу ковзного резервування.

Література

1. O.I. Romanov, M.M. Nesterenko, L.A. Veres. IMS: Model and calculation method of telecommunication network's capacity // UkrMiCo. 2017, DOI: 10.1109/UkrMiCo.2017.8095412.
2. Mariia Skulysh, Romanov Oleksandr. The structure of a mobile provider network with network functions virtualization. //TCSET, IEEE, 2018 P-1032 - 1034 DOI: 10.1109/TCSET.2018.8336370.
3. Глазунов Л.П. и др. Основы теории надежности автоматических систем управления: Учеб. пособие для вузов. – Л.: Энергоатомиздат, ленингр. отд-ние, 1984. – 208 с.: ил.
4. Abhayawardhana V.S., Babbage R. A traffic model for the IP Multimedia Subsystem (IMS) // 2007, IEEE Magazine, – С.783 – 787.
5. Romanov, O., Nesterenko, M., Veres, L., Kamarali, R., Saychenko, I. Methods for calculating the performance indicators of ip multimedia subsystem (IMS) // Lecture Notes in Networks and Systems, 2021, 152, с. 229-256 .