

ОЦЕНКА ЖИВУЧЕСТИ СИСТЕМ МОБИЛЬНОЙ РАДИОСВЯЗИ В УСЛОВИЯХ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ КАТАСТРОФ

Ромашкова О.Н., Дедова Е.В.

Российский университет дружбы народов, oxrom@yandex.ru, elenadedova_91@mail.ru

Все современные сети подвижной связи реализованы по иерархическому принципу. Подобные системы очень неустойчивы, т.к. отказ одного из элементов может повлечь отказ всей системы. Различные разрушающие воздействия имеют разное влияние на степень и характер повреждения сети. Статья посвящена анализу методов оценки живучести беспроводной сети связи в условиях чрезвычайных ситуаций. Предложены методы расчета основных характеристик поврежденной сети, с помощью которых можно предсказать поведение системы. Также предложен вариант повышения живучести как неотъемлемой составляющей устойчивости сети связи, анализ которой поможет представить характеристики сети, учитывая особенности и зависимость их друг от друга.

Ключевые слова: беспроводная связь, живучесть сетей, чрезвычайная ситуация, устойчивость, оценка живучести.

Введение

Живучесть – это свойство, характеризующее способность сети связи эффективно функционировать при получении повреждений (разрушений) или восстанавливать данную способность в течение заданного времени. Повреждения сети могут быть различными в зависимости от вида чрезвычайной ситуации.

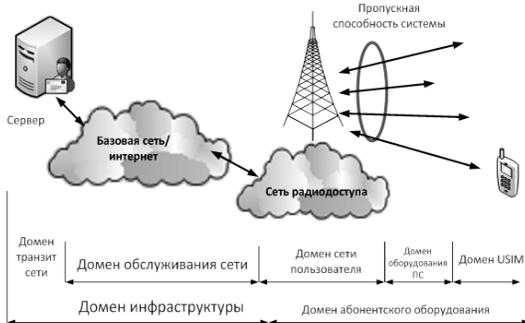


Рис. 1. Декомпозиция архитектуры сети

Архитектура сети позволяет представить иерархическую модель живучести сети связи как композицию нескольких моделей живучести подсистем более низкого уровня: оборудования радиодоступа, абонентских терминалов, базовой сети и шлюзов для коммутации с внешними сетями. Причем влияние внешних сетей можно исключить из рассмотрения, так как события, связанные с чрезвычайной ситуацией, обычно носят локальный характер [1]. Так вероятность живучести сети определяется следующим произведением:

$$P_{ж} = P_{АО} P_{БС} P_{РД} \quad (1)$$

В силу предполагаемой многочисленности и высокой мобильности абонентов можно считать $\rho_{AO}=1$ за исключением отдельных случаев, когда необходимо оценить степень поражающего воздействия на абонентов. Заметим, что проблема исследования живучести базовой сети закрывается многочисленными исследованиями живучести стационарных сетей. Таким образом, с целью учета специфики живучести мобильной сети связи, имеет смысл сделать акцент на анализе оборудования радиодоступа [2].

Математическая модель

Основной задачей системы связи является преодоление чрезвычайной ситуации и организация оповещения населения, следовательно, критерий живучести определяется оценкой вероятности блокировки вызова E (или интенсивностью отказов).

Введем следующие обозначения:

N – общее количество базовых станций в зоне чрезвычайной ситуации, образующих кластер;

k – случайное число базовых станций, сохранивших работоспособность;

m - число каналов базовой станции;

λ - интенсивность поступления вызова

μ – интенсивность обслуживания запроса[3].

Возможны два вида чрезвычайной ситуации:

- ✓✓ природная или техногенная катастрофы;
- ✓✓ преднамеренная атака.

Предположим, что вероятность выживания всех базовых станций одинакова. Например, это предположение верно, когда все станции находятся в очаге поражения.

Критерий живучести определяется формулой:

$$Surv = 1 - \sum_{k=0}^n C_N^k \rho^k (1-\rho)^{N-k} \frac{\rho^{mk} \sum_{i=0}^{mk} \rho^i}{(mk)! \cdot i!} \quad (2)$$

Численный анализ

Теперь на примере формулы 2 исследуем зависимость и покажем, как, изменяя различные параметры, можно повысить живучесть сети.

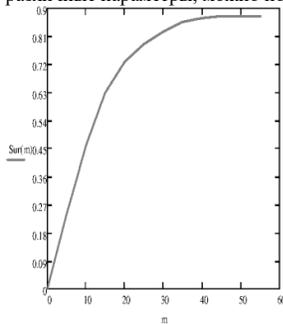


Рис. 2. Расчет зависимости живучести от числа радиоканалов

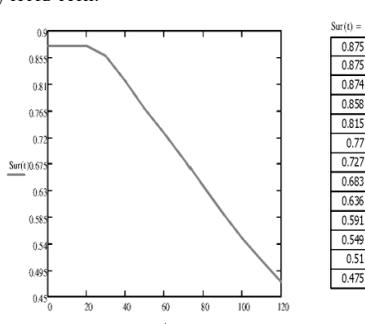


Рис. 3. Расчет зависимости живучести от среднего времени обслуживания

По графику зависимости интенсивности блокировки от числа радиоканалов видно, что при увеличении числа каналов живучесть, несомненно, повышается, но в данном случае максимальная живучесть - 87,5%. Зависимость интенсивности потерь от среднего времени обслуживания вызова t (в секундах) показывает, что чем короче звонки, тем

меньше возможность отказа, но минимальные потери составляют 12,5 %. В целях увеличения эффективности функционирования системы можно принять меры для повышения живучести отдельных станций, например, дублировать стационарные базовые станции мобильными БС.

Выводы

Анализ результатов позволяет сделать следующие выводы. Наиболее эффективным способом обеспечения функционирования подвижной сети связи в условиях чрезвычайной ситуации является повышение интенсивности обслуживания запроса, например, организация взаимодействия посредством SMS. Увеличение числа каналов в поврежденном кластере целесообразно за счет перераспределения каналов выбывших базовых станций. Дальнейшее увеличение количества радиоканалов в указанном кластере приводит к необходимости решения достаточно трудоемкой задачи, направленной на устранение интерференции. Таким образом, данный метод наряду с повышением живучести отдельной базовой станции целесообразно применять как вспомогательную меру.

Литература

1. Гольдштейн Б.С., Соколов Н.А. Яновский Г.Г. Сети связи: Учебник для ВУЗов. СПб.: БХВ-Петербург, 2010.
2. Ромашкова О.Н., Яковлев Р.А. Анализ и расчет живучести инфокоммуникационных сетей в условиях чрезвычайных ситуаций// Т-Comm - Телекоммуникации и Транспорт, 2012. - №7. – С.165-170.
3. Величко В. В. Живучесть и качество обслуживания мобильных сетей передачи данных в условиях чрезвычайных ситуаций / В. В. Величко. – С. 1-6.

THE ASSESSMENT OF THE SURVIVABILITY OF MOBILE RADIOCOMMUNICATION SYSTEMS UNDER THE CONDITIONS OF NATURAL AND MAN-INDUCED DISASTERS

Romashkova O.N., Dedova E.V.
Peoples' Friendship University of Russia
ox-rom@yandex.ru, elenadedova_91@mail.ru

All modern mobile networks are realised according to the hierarchical approach. Such systems are very unstable, because the element's failure may cause an entire system crash. Various destroying impacts have different influences on the degree and the nature of network's damages. The article is devoted to the analysis of the method for assessing the survivability of a wireless network in emergency situations. The article provides the methods of the performance calculation of damaged networks which enable the system's behavior to be predicted. Furthermore, the method of stimulating the survivability's growth as an integral part of communication network stability is presented also within this article, the analysis of which will aid to adduce network's characteristics considering their peculiarities and their interdependency.

Keywords: wireless network, survivability of networks, an emergency situation, stability, a survivability assessment.