



## СРЕДСТВА И МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

БИТ

*А. Е. Александрович, В. О. Чуканов, И. М. Ядыкин*

### АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМЫ КОРПОРАТИВНОЙ IP-ТЕЛЕФОНИИ

Задача разработки высоконадежных коммуникационных систем приобретает в последнее время все большую актуальность потому, что надежность аппаратуры связи сейчас во многом определяет функциональную безотказность, в том числе безопасность, информационных ресурсов при выполнении сложных и ответственных задач. Безопасность системы ответственного целевого назначения напрямую зависит от ее отказоустойчивости, поскольку ее отказы могут приводить к катастрофическим последствиям [1]. Не менее остро эта проблема начинает проявляться и в области корпоративных прикладных систем (производственных, экономических, коммуникационных, информационно-управляющих и т. д.), в которых отказы могут приводить к тяжелым экономическим последствиям и финансовым потерям.

Логическая структура системы корпоративной IP-телефонии многоэтажного офиса приведена на рис. 1, где приняты следующие обозначения: М – маршрутизаторы (коммутаторы), С – серверы,  $N_1 \dots N_p$  – количество подразделений на этаже, Р – количество этажей здания. Система включает пять каскадов: подразделения, этажа, здания, АТС и выходной каскад. Коммутаторы подразделения обрабатывают запросы абонентов IP-телефонов сотрудников одного офиса (на рис. 1 не показаны). Выходной каскад обеспечивает обработку запросов, выходящих из здания в Интернет, общую телефонную сеть и информационный центр (так называемые внекорпоративные запросы). Компоненты выходного каскада включают в свой состав голосовые шлюзы, серверы, сетевые экраны, коммутаторы и т. д.

Функциональная безопасность системы корпоративной IP-телефонии обеспечивается за счет введения резервирования основных компонентов системы: маршрутизаторов (коммутаторов) и серверной фермы. В системе на рис. 1 для второго – четвертого каскадов введена двойная кратность резервирования ( $K_2 = 2, K_3 = 2, K_4 = 2$ ).

Расчет надежности такой системы по точной логико-вероятностной модели практически невозможен из-за большой размерности системы и сложности ее структуры. Так как уже при  $N_3 = 10$  (количество этажей здания) и  $N_0 = 10$  (число коммутаторов 1-го уровня на каждом этаже), даже без учета компонентов выходного каскада, каналов проводной связи и IP-телефонов, количество системных компонентов достигает

$$N_3 * (N_0 + K_2) + K_3 + 2 * K_4 = 126.$$

В связи с этим для оценки надежности такой системы выбраны два известных аналитических метода: метод минимальных путей и метод минимальных сечений [2]. Первый метод обеспечивает

верхнюю граничную оценку надежности системы, а второй метод — ее нижнюю граничную оценку. В качестве основного критерия надежности такой системы выберем вероятность ее безотказной работы  $P(t)$  за время эксплуатации  $t$  [3].

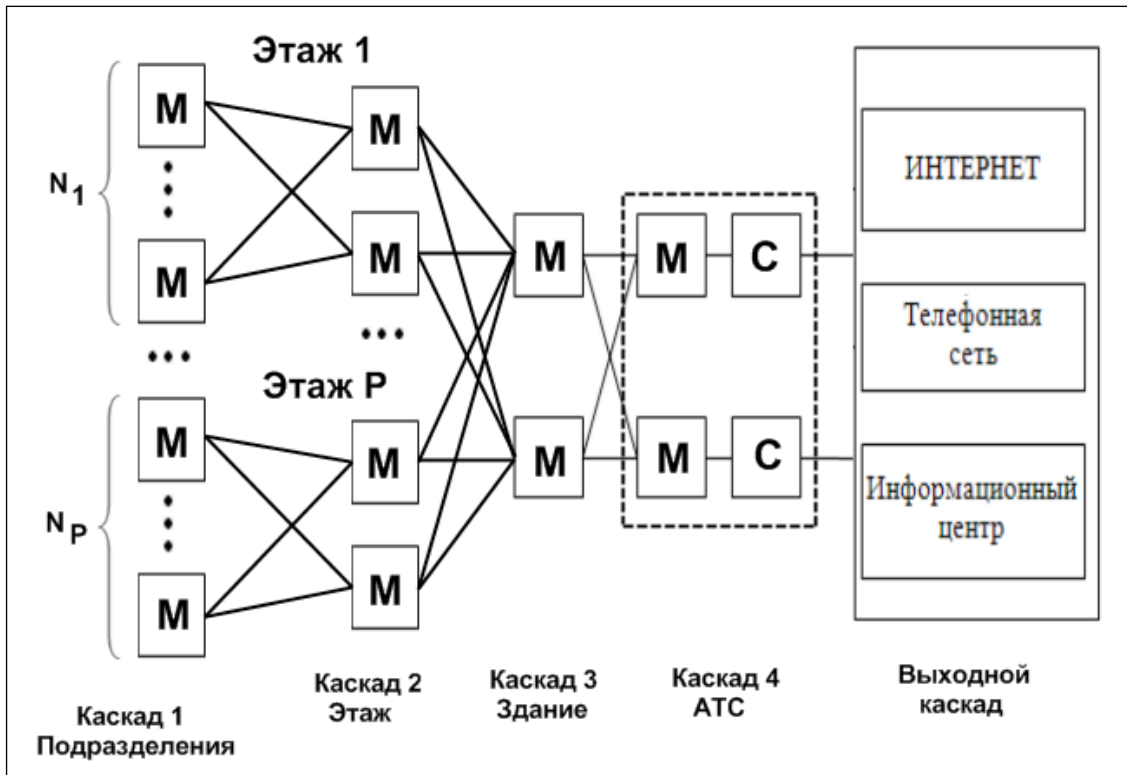


Рис. 1. Логическая структура системы корпоративной IP-телефонии

Введем следующие упрощающие предположения, не носящие принципиального характера:

- а) надежность всех коммутаторов одинакова, обозначим  $P_K(t)$  — вероятность безотказной работы за время  $t$  одного коммутатора,
- б) надежность всех серверов одинакова, обозначим  $P_C(t)$  — вероятность безотказной работы за время  $t$  одного сервера,
- в) будем рассматривать надежность только внутрикорпоративных коммуникаций, т. е. без учета оборудования выходного каскада,
- г) не будем учитывать надежность проводных связей и телефонных аппаратов.

При таких допущениях вероятность безотказной работы одного пути системы оценивается следующим образом:

$$P_{path} = P_K^{N_1(N_1+1)+5} \cdot P_C^4$$

При условии, что каждый минимальный путь в системе включает в себя все коммутаторы 1-го каскада, общее число минимальных путей в системе запишется как  $N_{path} = K_2^{N_1} K_3 K_4$ . Исходя из этого вероятность безотказной работы системы по методу минимальных путей оценивается как

$$P_{сист} = 1 - (1 - P_{path})^{N_{path}}$$

Для метода минимальных сечений получаем аналогичное соотношение:

$$P_{сист} = P_K^{N_1 N_0} (1 - (1 - P_K)^{K_2})^{N_1} (1 - (1 - P_K)^{K_3}) (1 - (1 - P_C P_K)^{K_4})$$

Данная формула представляет собой произведение четырех вероятностей работы минимальных сечений, соответствующих первым четырем каскадам системы.



На основе обеих разработанных моделей была написана программа, с помощью которой получены результаты исследований надежности системы в зависимости от ее параметров. Первая модель формулирует функциональный отказ системы как отказ хотя бы одного ее каскада, причем отказ 1-го каскада — это отказ хотя бы одного коммутатора 1-го уровня. На рис. 2 приведены результаты исследования зависимости безотказной работы системы  $P_{\text{Сист}}$  от времени эксплуатации системы  $t$ . График построен при значении среднего времени наработки коммутатора на отказ  $t_k = 10$  тыс. часов. Из анализа зависимости на рис. 2 следует, что в связи со сравнительно большой размерностью системы коридор для определения истинного значения  $P(t)$  системы получается достаточно широким.

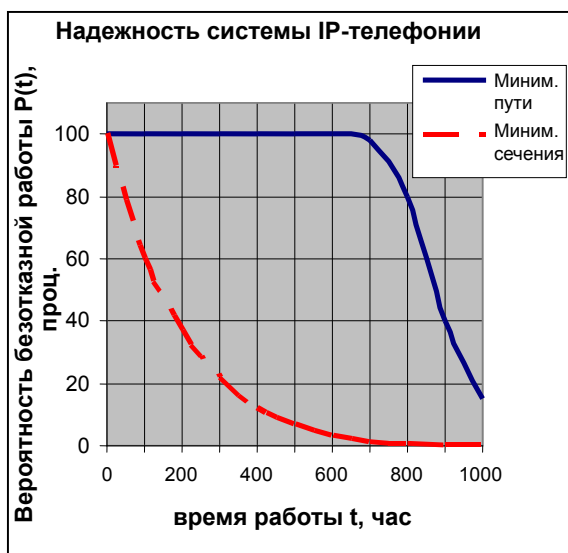


Рис. 2. Зависимость  $P(t)$  системы от времени работы

Вторая модель построена на основе концепции типового направления связи (ТНС) системы. ТНС системы представляет собой структуру, связанную с обслуживанием звонков с одного коммутатора 1-го каскада или от одного подразделения офиса. Результаты исследований безотказной работы ТНС системы приведены на рис. 3.

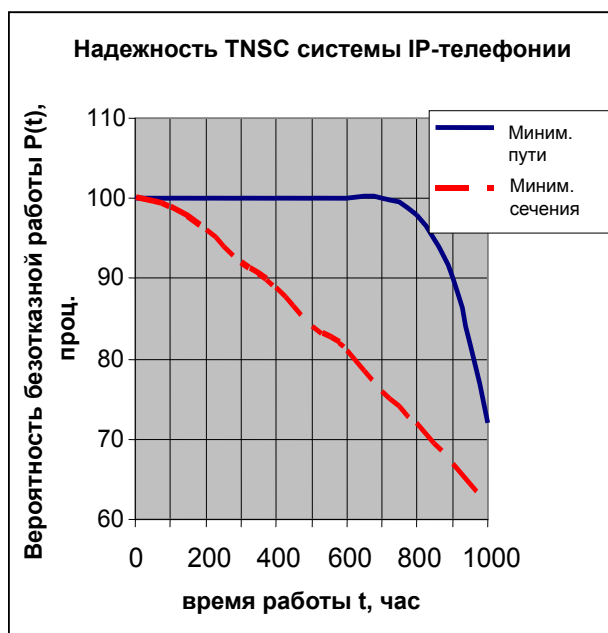


Рис. 3. Зависимость  $P(t)$  ТНС системы от времени работы



Коридор истинного значения  $P(t)$  для второй модели значительно уже за счет разделения на части анализируемого рабочего оборудования ТНС. Требования к функциональной надежности коммуникации в этом случае менее жестки, чем для системы в целом. Однако эти требования определяют качество телефонной связи с точки зрения одного произвольного пользователя системы.

### Заключение

В результате проведенных работ созданы две аналитические модели надежности отказоустойчивой системы корпоративной IP-телефонии. Модели основаны на использовании методов минимальных путей и минимальных сечений для получения верхней и нижней граничных оценок функциональной безопасности системы. В первой модели рассчитывается вероятность безотказной работы всей системы исходя из требования работоспособности всех коммутаторов входного каскада всех подразделений офиса. Во второй модели критерием надежности выбрана вероятность безотказной работы ТНС системы, которая характеризует качество связи на пользовательском уровне.

Реализованные модели надежности и результаты исследований ориентированы на использование в процессе проектирования для расчета и обеспечения функциональной безопасности системы корпоративной IP-телефонии.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Александрович А. Е., Бородакий Ю. В., Чуканов В. О. Проектирование высоконадежных информационно-вычислительных систем. М.: Радио и связь, 2004. — 144 с.
2. Половко А. М., Гуров С. В. Основы теории надежности. 2-е изд. СПб.: БХВ-Петербург, 2006. — 702 с.
3. Надежность технических систем. Справочник / Под ред. И. А. Ушакова. М.: Радио и связь, 1985. — 606 с.

