DOI: 10.17117/na.2016.02.02.393

Поступила (Received): 29.02.2016

<http://ucom.ru/doc/na.2016.02.02.393.pdf>

Татарникова Т.М., Яготинцева Н.В.
Имитационная модель установления соединения на сети

Tatarnikova T.M., Yagotinceva N.V.
A simulation model of connection establishment in the network

Предложена модель оценки функциональной надежности инфокоммуникационной сети как вероятностная модель установления соединения между источником и адресатом. Факт установления соединения определяется средствами имитационного моделирования, как доставка вызова за допустимое время, начиная с момента его поступления

Ключевые слова: функциональная надежность, вероятность доставки, установление соединения на сети, статистическое моделирование, виртуальный канал, транзит

Татарникова Татьяна Михайловна
Доктор технических наук, профессор
Санкт-Петербургский государственный
университет аэрокосмического приборостроения
г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 67

Яготинцева Наталья Владимировна
Аспирант
Российский государственный
гидрометеорологический университет
г. Санкт-Петербург, Малоохтинский проспект, 98

The proposed model for assessing the functional reliability of infocommunication network as a probabilistic model the connection between source and destination. The fact of the connection is determined by means of simulation as the delivery of a call within the allowed time, starting from the date of its receipt

Key words: functional reliability, the probability of delivery, a connection to the network, statistical modeling, virtual channel, transit

Tatarnikova Tatiana Mikhailovna
Doctor of Engineering Sciences, Professor
Saint-Petersburg state university of aerospace
instrumentation
St. Petersburg, Bolshaya Morskaya st., 67

Yagotinceva Natalia Vladimirovna
Graduate
Russian state hydrometeorological university
Saint-Petersburg, Malookhtinsky ave., 98

Введение. Для оценки функциональной надежности инфокоммуникационной сети (ИКС) количественным показателем может служить вероятность установления (неустановления) соединения при поступлении соответствующего вызова [1, 2].

Процесс установления соединения – это прохождение вызова от источника к адресату по одному из множества виртуальных каналов (ВК). ВК состоит из транзитов (каналов), связывающих узлы коммутации, входящих в данный маршрут [3]. Состояние транзита бинарно: либо транзит занят (состояние «1»), либо транзит имеет канал требуемой скорости, и вызов через такой транзит пройдет (состояние «0») [4, с. 1883]. Конечный результат установления соединения имеет один из следующих вариантов: а) вызов дойдет до адресата и будет установлено соединение за время, не превышающее допустимое; б) вызов не

дойдет до адресата, поскольку все альтернативные пути загружены или неработоспособные; в) дойдет до адресата и будет установлено соединение, но за время, превышающее допустимое [5, с. 28].

В силу возможности рестартов, то есть возвращения вызова на предыдущие узлы – число транзитов, пройденных вызовом при его доставке к адресату, оказывается числом случайным [6, с. 92]. Данный аспект придает стохастичность процессу установления соединения, поэтому факт доставки вызова будем устанавливать с помощью имитации процесса доставки [7, с. 62].

Математическая модель оценки функциональной надежности ИКС.

Время установления соединения $t_{y.c}$ является случайной величиной, которая определяется выражением

$$t_{y.c} = \sum_{i=1}^{n_{tr}} t_{tri} + \sum_{i=1}^{n_{o.v}} t_{o.vi} + n_p t_p, \quad (1)$$

где n_{tr} – число транзитов ВК, пройденных вызовом при установлении соединения; $n_{o.v}$ – число транзитов, на которые пришлось вернуться вызову в режиме «обратной волны» для поиска альтернативного маршрута; n_p – число рестартов в зафиксированной реализации процесса установления соединения; общем случае $0 \leq n_p < n_{доп}$, где $n_{доп}$ – допустимое число рестартов при установлении соединения; t_{tri} – время прохождения i -го транзита; $t_{o.vi}$ – время прохождения i -го транзита в режиме «обратной волны»; t_p – время рестарта.

При имитации доставки вызова каждый эксперимент на модели дает реализацию случайных величин n_{tr} , $n_{o.v}$ и n_p и в соответствии с выражением (1) оценивается время доставки вызова $t_{y.c}$, которое собственно и определяет результат установления (неустановления) соединения.

Исходными данными для моделирования являются:

1) структурная и потоковая метрики [1]: множество альтернативных маршрутов (ВК), с описанием транзитов, составляющих каждый ВК; значения вероятностей полной занятости транзитов;

2) ограничения, при которых должно выполняться соединение: допустимое время установления соединения; число рестартов (попыток установления соединения); время выполнения рестарта.

Выходными данными являются статистики, позволяющие оценить вероятность установления соединения за время, не превышающее допустимое, а также средние и среднеквадратические значения $t_{y.c}$, характеризующие процесс установления соединения, которые могут быть использованы при упрощенных аналитических расчетах [8, с. 143].

На всем множестве ВК, соединяющих источник i и адресат j производится расслоение по числу занятых транзитов c ($c = c_{min}, \dots, c_{max}$). В каждом эксперименте разыгрывают число c номеров занятых транзитов во множестве ВК_{ij} и на полученной реализации ВК_{ij} имитируется процесс доставки вызова адресату. По факту доставки фиксируются значения n_{tr} , $n_{o.v}$ и n_p . Процедура повторяется N раз. По результатам экспериментов вычисляются необходимые статистики [9, с. 321].

Реализация количества занятых транзитов сводится к «выбору наугад» номеров транзитов из d возможных C_d^c . Очередной номер занятого транзита z определяется по формуле $z = \lceil Ud + 1 \rceil$, где U – случайное число, $U \in [0,1]$, получаемое путем обращения к датчику случайных чисел. Скобки $\lceil \rceil$ означают округление в меньшую сторону. Транзиту с номером z присваивается «1» во множестве альтернативных маршрутов BK_{ij} . Процедура определения z повторяется c раз.

Задача расчета характеристик установления (неустановления) соединения может быть сведена к задаче оценивания математического ожидания $M\xi$ случайной величины (СВ) $\xi = f(\alpha)$, причем СВ $\alpha = (\alpha_1, \dots, \alpha_d)$ имеет закон распределения вероятностей p (т.е. $\alpha \sim p$), который известен. В данной задаче $\xi \in \{0,1\}$, $\xi=0$ соответствует установлению соединения, $\xi=1$ – неустановлению соединения.

Окончательная оценка вероятности установления соединения между парой станций (i,j) имеет вид:

$$M\xi = \sum_{c=c_{\min}}^{c_{\max}} \frac{C_d^c}{N_c} \sum_{k=1}^{N_c} p(BK_{ij}^{(k)} | \xi, (x|c)=1) \quad (2)$$

Таким образом, выражение (2) полностью отражает вероятностный подход к определению функциональной надежности ИКС.

Заключение. Предложенная вероятностная модель установления/неустановления соединения между источником и адресатом в является инструментом, позволяющим решать задачу оценки функциональной надежности ИКС. При этом возможно решение как прямой задачи моделирования – определение времени установления соединения, так и обратной – подбор параметров для обеспечения допустимого времени установления соединения при соблюдении вероятности гарантированной доставки вызова [10, с. 142]. В модели учтены условия, соответствующие реальному процессу установления соединения – наличие неработоспособных каналов и узлов, ограниченное количество попыток установления соединений, наличие альтернативных маршрутов.

Список используемых источников:

1. Курузов О.И., Татарникова Т.М. Инфокоммуникационные сети. Моделирование и оценка вероятностно-временных характеристик. СПб: ГУАП, 2015.
2. Курузов О.И., Татарникова Т.М. Моделирование систем и сетей телекоммуникаций. СПб.: РГГМУ, 2012.
3. Курузов О.И., Сергеев В.Г., Татарникова Т.М. Коммутаторы в корпоративных сетях. Моделирование и расчет. СПб: Судостроение, 2003.
4. Tatarnikova T., Kolbanov M. Statement of a task corporate information networks interface centers structural synthesis // IEEE EUROCON-2009. St. Petersburg, 2009. С. 1883-1887.
5. Колбанев М.О., Татарникова Т.М., Малков К.О. Подход к организации адаптивного согласующего центра корпоративной сети // Информационно-управляющие системы. № 3, 2008. С. 28-31.
6. Татарникова Т.М. Структурный синтез центра сопряжения корпоративных сетей // Информационно-управляющие системы. № 3 (76), 2015. С. 92-98.
7. Татарникова Т.М., Яготинцева Н.В. Оценка функциональной надежности корабельной сети передачи данных // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. № 9, 2014. С. 62-66.
8. Татарникова Т.М., Яготинцева Н.В. Модель оценки характеристик локальной вычислительной сети корабля // Теоретические и прикладные проблемы науки и образования в 21 веке. Тамбов, 2012. С. 143-144.

9. Татарникова Т.М., Яготинцева Н.В. Предоставление услуг передачи данных на корабле // *Инновационные технологии в сервисе*. СПб., 2015. С. 321-322.

10. Татарникова Т.М., Яготинцева Н.В. Принципы организации экспертной системы выбора структуры локальной сети корабля // *Современное общество, образование и наука*. Тамбов, 2015. С. 142-144.

© 2016, Татарникова Т.М., Яготинцева Н.В.
Имитационная модель установления соединения
на сети

© 2016, Tatarnikova T.M., Yagotinceva N.V.
*A simulation model of connection establishment in
the network*