

УДК004.7.056.5

П.А. Мельниченко, А.А. Шелупанов

### Имитационное моделирование системы передачи сообщений, использующей варьирование маршрутов

В статье описана имитационная модель системы передачи сообщений по каналам связи сети Интернет, использующей маршруты, измененные на пользовательском уровне. Так же приведено обоснование ее адекватности.

Для решения задачи транспортировки важных конфиденциальных сведений по каналам связи сети Интернет имеет смысл обратить внимание на способы транспортировки важных персон охраняемыми фирмами или личными телохранителями. Одним из методов обеспечения личной безопасности при транспортировке человека является выбор случайного маршрута следования из точки А в точку Б. Маршруты могут отличаться по точкам следования, по типу используемого транспорта и по времени прохождения отдельных участков.

Наземную транспортную инфраструктуру можно сравнить с открытыми каналами связи, которыми связаны участники сети Интернет. А важной персоной в данном случае будет являться передаваемый конверт (рис. 1).

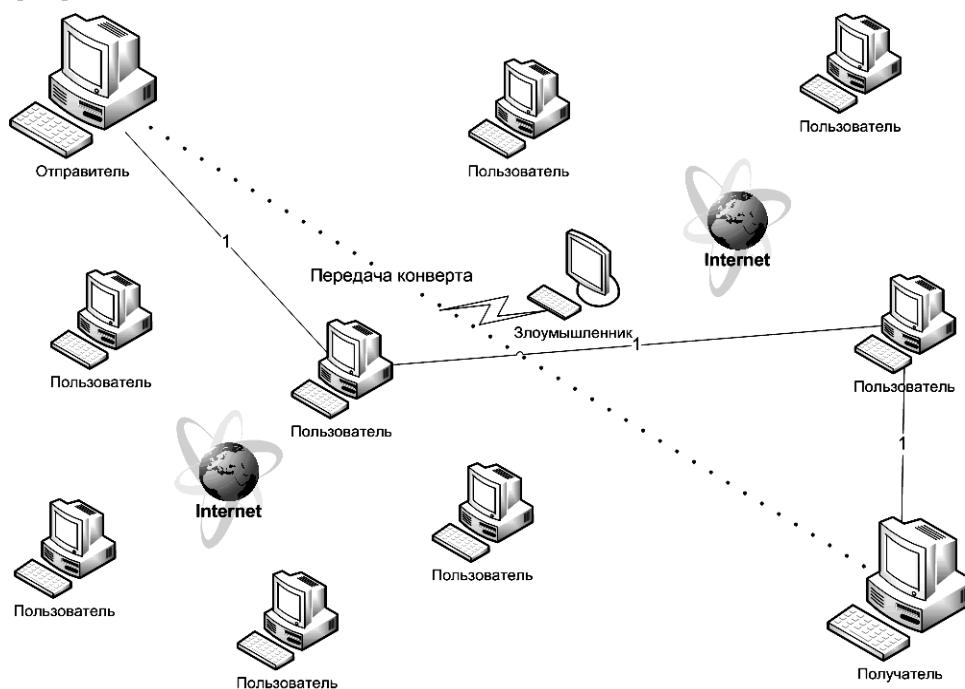


Рис. 1. Построение случайного маршрута для противодействия перехвату информационного конверта злоумышленником

Смена маршрута производится путем последовательной смены адресов-посредников до тех пор, пока передаваемое сообщение не достигнет получателя.

Система передачи сообщений, использующая варьирование маршрутов передачи данных, должна иметь большое количество участников, чтобы обеспечить высокую степень случайности выбора маршрута следования сообщения.

Для экспериментального доказательства изменения физического маршрута прохождения передаваемых данных целесообразно использовать эмуляцию сети Интернет, так как проведение экспериментов на реальном объекте затруднено из-за необходимости большой территориальной распределенности системы и одновременного присутствия всех участников эксперимента в сети для возможности контролирования переменных эксперимента.

Для этой цели построена имитационная модель, представляющая собой программное обеспечение, использующее в качестве среды передачи сообщений топологию сети Интернет на уровне автономных систем (autonomous systems), сгенерированную программным обеспечением Inet-3.0 [1].

Построенная модель позволяет построить сколь угодно большую систему передачи сообщений в рамках топологии сети Интернет, использующую измененные на пользовательском уровне маршруты;

произвести оценку степени изменения маршрутов в зависимости от ограничения на количество адресатов-посредников, участвующих в передаче данных.

Для того, чтобы показать адекватность построенной имитационной модели, был проведен эксперимент на реальной сети Интернет с использованием системы передачи сообщений, использующей измененные маршруты в процессе транспортировки данных. На рис. 2 приведен график зависимости отношения количества неизмененных точек физического маршрута передаваемых данных к общему количеству точек маршрута по умолчанию ( $\varphi$ ) от ограничения на количество адресатов-посредников ( $L$ ).

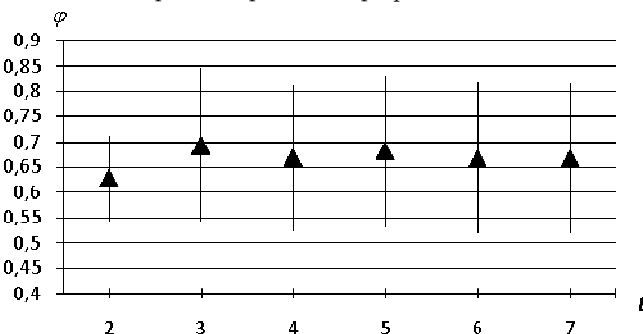


Рис. 2. график зависимости количества неизмененных точек физического маршрута передачи сообщения от ограничения на длину маршрута  $L$  при количестве участников 5

Экспериментальные данные были получены на системе передачи сообщений, включающей 5 участников. В табл. 1 приведены характеристики участников.

Таблица 1  
IP-адреса и страна местонахождения участников-посредников

№	Страна, город	IP-адрес
1	Россия, Томск	213.210.72.20
2	Россия, Москва	85.21.237.167
3	США, Сиэтл	75.172.110.109
4	Новая Зеландия, Окленд	60.234.119.84
5	Южная Корея, Сеул	59.11.34.79

Далее по следующей методике были собраны данные с использованием смоделированной системы. Выбиралось 5 автономных систем из сгенерированной топологии, в выбранных автономных системах находились участники-посредники системы обмена сообщениями. Далее выбирались 2 участника обмена из выбранных пяти – отправитель и получатель сообщения, вычислялся наикратчайший путь между ними, который являлся эталонным (маршрутом по умолчанию). После этого вычислялся маршрут с использованием измененных маршрутов для выбранных двух участников с адресатами-посредниками из выбранных пяти и ограничением на длину пути от двух до семи, после чего проводилось вычисление среднего значения величины  $\varphi$ . На одном наборе из пяти выбранных участников проводилось по 1000 экспериментов для каждого ограничения на длину пути. Далее проводилось вычисление математического ожидания величины  $\varphi$  для выбранного набора для каждого из ограничений на длину маршрута, дисперсия и среднеквадратичное отклонение, которые записывались в таблицу. Количество экспериментов равнялось 500, в каждом эксперименте использовались разные наборы по 5 автономных систем. Далее вычислялось математическое ожидание для математических ожиданий величины  $\varphi$  для каждого из пятисот экспериментов и ограничений на длину пути от двух до семи, дисперсия и среднеквадратичное отклонение.

На рис. 3 приведен результат наложения полученных результатов с учетом доверительных интервалов. Для данных, полученных при помощи смоделированной системы, были посчитаны доверительные интервалы, максимальное и минимальное значение. Для максимальных и минимальных значений так же были вычислены доверительные интервалы, на которые были наложены минимальные и максимальные значения от экспериментов на реальной сети.

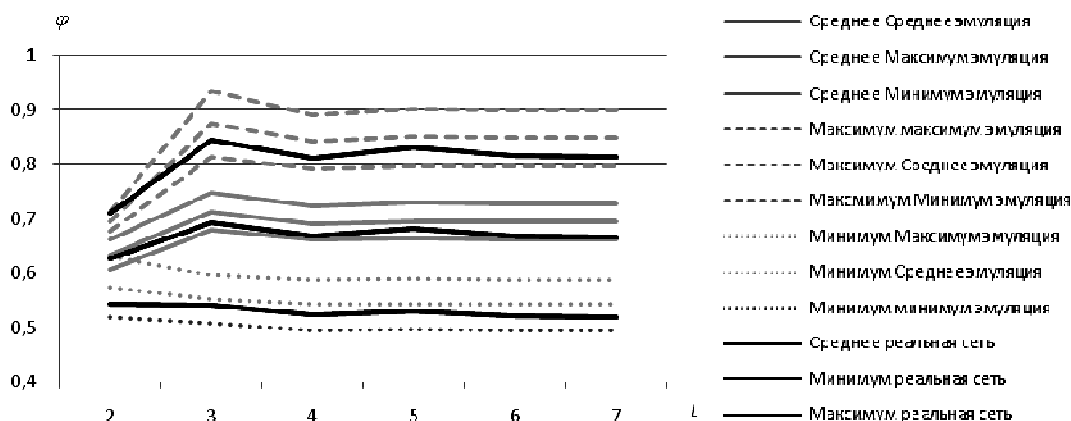


Рис. 3. Наложение результатов реального эксперимента и эмуляции с учетом доверительных интервалов

Как видно из рис. 3, построенная модель является адекватной, что позволяет использовать ее для сбора и анализа данных при большом количестве участников системы передачи сообщений, использующей варьирование маршрутов на пользовательском уровне.

*Литература*

1. Jared Winick, Jamin Sugih. Inet-3.0: Internet Topology Generator. 2003 г.
2. Псигин Ю.В., Рязанов С.И. Основы математического моделирования. Ульяновск: Типография УЛГТУ, 2007.
3. Мельниченко П.А. Использование альтернативных путей передачи сообщений для организации защищенного обмена электронными сообщениями по открытым каналам связи. Томск: В-Спектр, 2007. Т. 2. С. 170–173.

---

**Павел Александрович Мельниченко**

ГОУ ВПО «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники», аспирант  
Эл. адрес: mpa@udcs.ru.

**Александр Александрович Шелупанов**

ГОУ ВПО «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники»,  
зав. кафедрой Комплексной информационной безопасности электронно-вычислительных систем,  
д.т.н., профессор  
Эл. адрес: saa@keva.tusur.ru.

Pavel A. Melnichenko, Alexander A. Shelupanov

**Imitating modeling of message system the transfer using a variation of routes.**

In clause the imitating model of message system transfer on liaison channels of a network the Internet using routes, changed on the user level is described. As the substantiation of its adequacy is resulted.

---