

Модель цифровой информационной сети, учитывающая возможность пиковых нагрузок

Н.Г. Булахов¹, А.Л. Турицын², Б.Н. Пойзнер³, В.Я. Хасанов⁴

¹Томский Государственный Университет
пр. Ленина, 36, Томск, 634045, Россия
nboolahov@yandex.ru

²Томский Государственный Университет
пр. Ленина, 36, Томск, 634045, Россия
turitsyn@sibmail.com

³Томский Государственный Университет
пр. Ленина, 36, Томск, 634045, Россия
pznr@elefot.tsu.ru

⁴Томский Государственный Университет
пр. Ленина, 36, Томск, 634045, Россия
valera@tsu.ru

Аннотация Представлена модель цифровой информационной сети в виде некоторого устройства с обратной связью и возможностью объединения в совокупность устройств. Модель отражает статистический характер процессов в сети и позволяет описать её функционирование в периоды пиковых загрузок и эпидемий компьютерных червей.

Как известно, в настоящее время требуется передача больших объёмов данных на значительные расстояния, в связи с чем обостряется проблема обеспечения высокой скорости, минимизации задержек, потерь пакетов, соблюдения очерёдности их передачи, эффективного обмена информацией между различными участниками взаимодействия.

Традиционно сети описываются как строго детерминированные среды ретрансляции сигнала, идущего от отправителя к получателю. Однако традиционный подход к описанию сети оказался неэффективным при рассмотрении крупных объектов, каким, в частности, является сеть Internet. Примером может служить распространение электронных "червей" – небольших фрагментов исполняемого кода, выводящих из строя множество мощнейших серверов по всему миру, однако для этого не требуется ничего, кроме их самовоспроизведения. Лавинообразное нарастание числа копий вследствие "размножения червей" в компьютере и рассылки их по сети делает процесс передачи данных не контролируемым и не управляемым со стороны сетевого оборудования и администрации сети.

Для описания сетей и решения проблемы эффективной передачи данных применяются подходы, заимствованные из биологии. Однако эпидемиологическая модель и её модификации позволяют лишь наблюдать динамику роста числа заражённых машин, но не отображают таких важных сетевых параметров, как способность сети передавать пользовательскую и служебную информацию, управляемость сети и т.д.

Поэтому актуальна разработка модели, способной адекватно отразить упомянутые параметры, т.е. описывающей основное свойство сети передавать пакеты информации и использующей статистические методы описания процессов их передачи [1]. Основу этой модели составляет устройство пересылки пакетных данных, имеющее N входов и N выходов (рис. 1). Входы и выходы не равноправны между собой, что позволяет отразить наличие в реальной сети магистральных каналов и присоединение конечных станций. Для учёта различия между ними каждому каналу присваивается свой весовой коэффициент $W=WO+WW$, который показывает, насколько вероятнее появление пакета на данном входе, относительно всех остальных. Вес WO соответствует нагрузке канала за счёт полезных пакетов, вес WW – за счёт саморазмножающихся пакетов. Входящие пакеты имеют адрес назначения, указывающий выходной порт. Каждый выходной порт рассчитан на очередь длиной M пакетов.

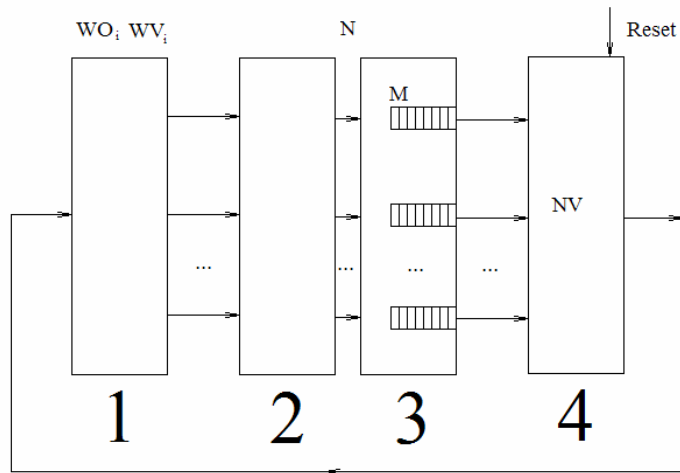


Рис. 1. Наглядное представление построенной модели компьютерной сети передачи данных. 1- блок распределения пакетов на входе, 2- блок ерераспределения пакетов по выходам, 3- блок очередей, 4- блок обработки информации о выходных пакетах.

В заданный такт времени условие того, что на входе n есть пакет, определяется формулой

$$f(n) = \begin{cases} 1, rnd \leq \frac{WO_i + WV_i}{WO_{\max} + WV_{\max}}, \\ 0, rnd > \frac{WO_i + WV_i}{WO_{\max} + WV_{\max}}. \end{cases} \quad (1)$$

Если на входе n имеется пакет, то условие того, что он – саморазмножающийся либо полезный, есть

$$f_1(n) = \begin{cases} 1, rnd \leq \frac{WV_i}{WO_i + WV_i}, \\ 2, rnd > \frac{WV_i}{WO_i + WV_i}. \end{cases} \quad (2)$$

В зависимости от порта назначения k каждый пакет помещается в выходную очередь согласно условию.

$$\sum_{i=1}^k (WO_i + WV_i) \leq random(\sum_{i=1}^N (WO_i + WV_i)) < \sum_{i=1}^{k+1} (WO_i + WV_i). \quad (3)$$

А если число пакетов в очереди достигает M , то $M+1$ -й пакет отбрасывается.

Между входом и выходом устройства есть положительная обратная связь. Тогда при увеличении числа заражённых пакетов на выходе, увеличивается вероятность появления заражённого пакета на входе. Согласно модели подсчитывается число пакетов каждого типа (NO_i и NV_i) на выходе. Коррекция весового коэффициента $WV_{i,b}$, соответствующего входу i , задаётся соотношением

$$WV_{i,t} = WV_{i,t-1} \cdot \frac{NV_t + 1}{NV_{t-1} + 1}. \quad (4)$$

Будем предполагать, что между количеством заражённых червями компьютеров и порождаемым ими трафиком существует линейная зависимость. Тогда, сравнивая результаты моделирования на базе эпидемиологической модели и её модификаций [2] (рис. 2), а также статистические данные, собранные во время атаки сетевого червя *Code Red* [2] (рис. 3), с результатами моделирования на основе предложенной модели (рис. 4) можно сделать вывод об её адекватности.

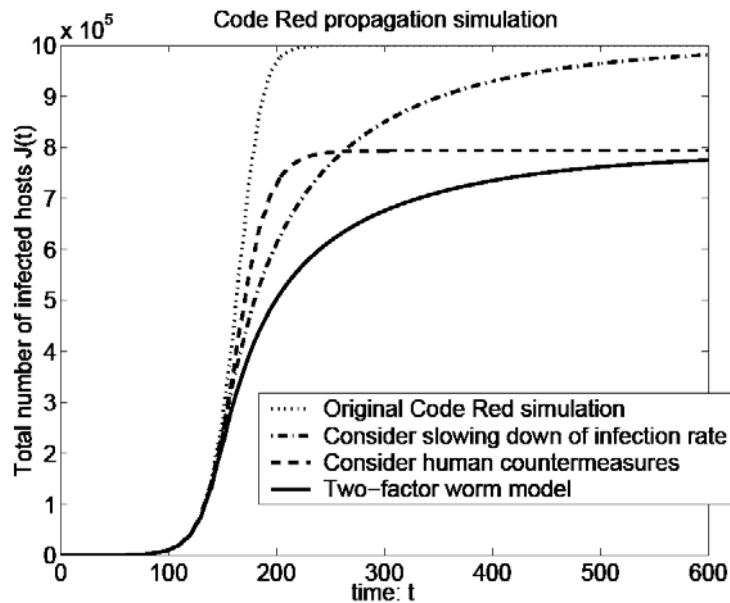


Рис. 2. Результаты моделирования распространения компьютерного червя *CodeRed* с помощью различных моделей [2]

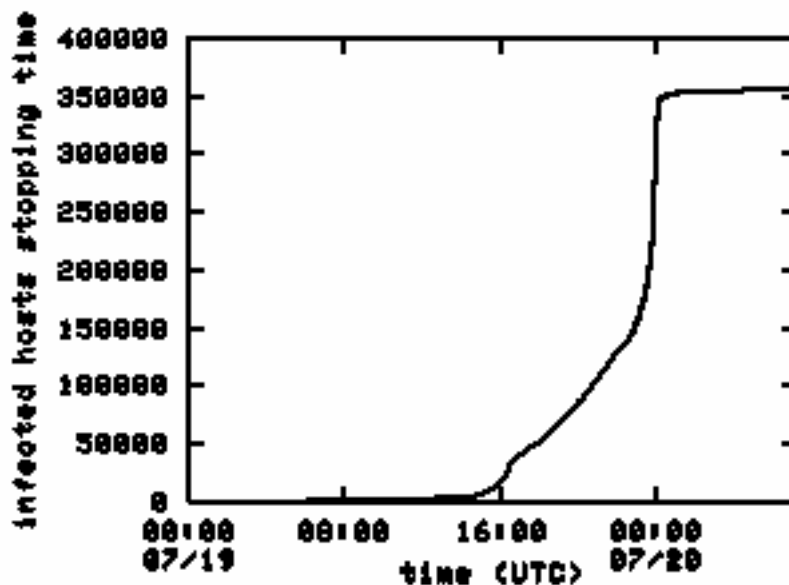


Рис. 3. Статистические данные о размножении компьютерного червя *Code Red* в сети [2]

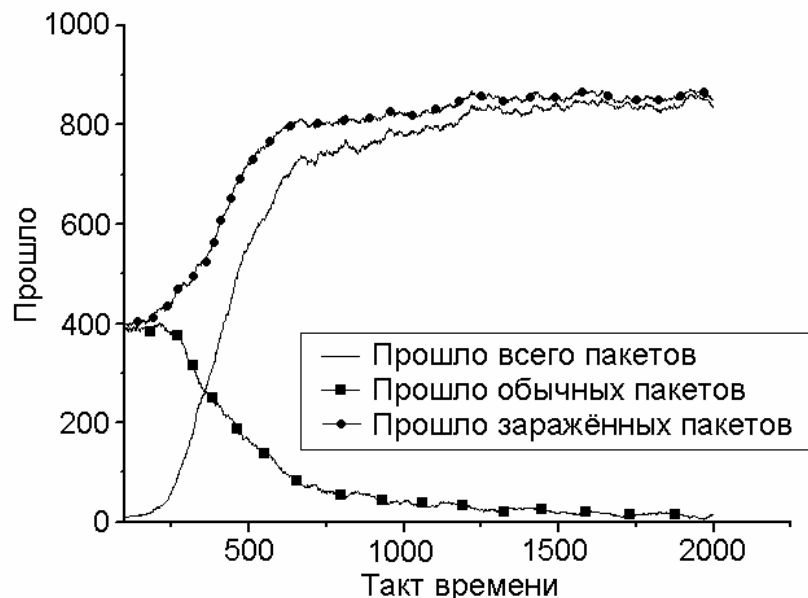


Рис 4. Количество переданных через моделируемое устройство (не)заражённых пакетов

Возможен ли – с использованием предложенной модели – учёт различных сетевых топологий и выяснение их влияния на распространение саморазмножающихся пакетов? Да, как показывают наши исследования, возможно обобщение модели до уровня совокупности описанных выше устройств пересылки пакетных данных, модернизированных следующим образом. За счёт создания специального входа и выхода функции каждого устройства дополнены возможностями быть отправителем и пунктом получателя передаваемых пакетов. Посредством коммутационной матрицы все остальные входы и выходы коммутируются со входами и выходами других аналогичных устройств.

Благодаря такой модернизации принципы построения исходной модели и соотношения (1)–(4) сохраняются, однако открывается перспектива описывать конкретные типовые сети либо их части, включая ситуации пиковых нагрузок .

Список литературы

1. Булахов Н.Г., Турицин А.Л., Пойзнер Б.Н., Хасанов В.Я. Совокупность универсальных устройств как модель цифровой информационной сети // Цифровые методы и технологии: Материалы междунар. научной конф. (10–12 ноября 2005 г., г. Таганрог). – Ч. 2 – Таганрог: Изд-во «Антон», ТРТУ, 2005. – С. 11–14.
2. Zou C.C., Gong W, Towsley D. Code Red Worm Propagation Modeling and Analysis // Доступно в сети Internet: <http://tennis.ecs.umass.edu/~czou/research/codered.pdf>
3. Kim J., Radhakrishnan S., Dhall S.K. Measurement and Analysis of Worm Propagation on Internet Network Topology // Доступно в сети Internet: http://www.computer.org.ru/ieee_lib/Catalog/catalog_14_.html