

АНАЛИЗ СТОХАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ СЕТЕВЫХ ЧЕРВЕЙ

Соболев А.А., Демидова Т.С.

Российский университет дружбы народов,
Россия, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д.6,
E-mail: raven357be@gmail.com, dem_tatiana@mail.ru

В данной работе проводится сравнительный анализ детерминистической и стохастической моделей, описывающих динамику распространения сетевых червей. Ряд исследований показал, что использование математической теории биологических эпидемий дает возможность довольно точно описать динамику распространения вредоносных программ в компьютерных сетях [1-2].

Рассматривается замкнутая система, в которой компьютеры находятся в трех состояниях: S – уязвимое, I – зараженное, R – вылеченное, коэффициент β – скорость заражения компьютеров, γ – скорость возврата к работоспособному состоянию компьютеров. Предполагается, что заражение узлов в сети происходит равновероятно. Стохастика в модель вводится как аддитивное добавление стохастического члена к уравнениям, описывающим модель эпидемии:

$$\begin{cases} ds = -\beta is dt + \delta_1 dW, \\ di = (\beta is - \gamma i) dt + \delta_2 dW, \\ dr = -\gamma i dt + \delta_3 dW, \end{cases} \quad (1)$$

где W – винеровский процесс, реализуется как $dW = \varepsilon \sqrt{dt}$, где $\varepsilon : N(0,1)$ – нормальное распределение со средним равным 0 и дисперсией равной 1, $\delta_1, \delta_2, \delta_3$ – параметры аддитивного шума.

В работе был проведен численный анализ модели (1). Анализ проводился с помощью стохастических численных методов с порядком сильной сходимости, равной 1,5, для которых код генерируется автоматически, что позволяет получить выигрыш в производительности. Сгенерированный код оборачивается в функции на языке Python3 с использованием библиотек NumPy для векторизации вычислений. Реализована возможность интерактивного подбора параметров модели с одновременной визуализацией результата с помощью библиотек Matplotlib и Ipywidgets.

Литература

1. Котенко И.В., Воронцов В.В. Аналитические модели распространения сетевых червей // *Труды СПИИРАН*, Вып. 4, 2007. Стр. 208-224.
2. Herbert W. Hethcote The Mathematics of Infectious Diseases // *SIAM Review*, V. 42(4), 2000. Pp. 599–653. — doi:10.1137/S0036144500371907