

КОНТАКТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В СЕТЯХ СО СТАТИСТИКОЙ Q – ТИПА

Гаджиев Б.Р., Калинин Е.А., Крюков Ю.А., Прогулова Т.Б.

Международный Университет природы, общества и человека «Дубна»
Россия, 141980, г. Дубна Московской области, ул. Университетская, 19
Тел.: (49621) 2-24-78, e-mail: gadjiev@uni-dubna.ru

Сети растут и развиваются посредством локальных событий, таких как добавление новых узлов или связей, или же пересвязывания узлов [1]. Мы показываем, что независимо от вкладов каждого из этих процессов, топология возникающих эволюционирующих сетей описывается распределением q -типа. А именно, используя принцип максимума цаллисовской энтропии [2] с дополнительными ограничениями, мы получили конкретный вид распределения степеней q -типа и показали, что при $q \rightarrow 1$ распределение сводится к нормальному, а при больших значениях степени узлов к обобщенному степенному. При отсутствии ограничений, связанных с дисперсией, распределение степеней сводится к экспоненциальному.

Мы исследовали процесс распространения вирусов в сетях с распределением q -типа, который проистекает в соответствии с реакцией $S(i) + I(j) \xrightarrow{\lambda} I(i) + I(j)$, $I(i) \xrightarrow{\mu} S(i)$ (модель SIS). Порог распространения вирусов определяется только распределением степеней, и для распределений q -типа $\lambda_c = \lambda_c(q)$.

В данной работе мы изучали компьютерную сеть, состоящую из $5 \cdot 10^3$ компьютеров, являющуюся подсетью Интернет. Для этой сети было построено распределение степеней вершин. Проведено сравнение полученного теоретически распределения q -типа с экспериментальным распределением степеней, откуда, с использованием метода максимального правдоподобия, определено значение индекса энтропии q , что свидетельствует о фрактальном характере исследуемой сети.

Для компьютерной имитации мы использовали обобщение модели эволюционирующей сети Барабаси. Далее, мы изучали распространение вирусов в сгенерированных сетях. Основное внимание было уделено сетям со степенным распределением. Анализировались зависимости доли инфицированных узлов от времени и от скорости распространения вирусов λ . Рассмотрена стратегия уничтожения вирусов, базирующаяся на последовательном лечении узлов с самой высокой степенью (хабы), что приводит к изменению топологии сети и увеличению λ_c . Проведен анализ стратегии лечения сети с учетом конечно-размерных эффектов.

Литература

1. *Pastor-Satorras R., Vespignani A.* Evolution and Structure of the Internet: A Statistical Physics Approach. — Cambridge: Cambridge University Press, 2004. 267 p.
2. *Tsallis C.* Nonextensive statistics: theoretical, experimental and computational evidences and connections// Braz. J. Phys. **29**, 1999. P. 1-35.