

СЕТИ ТРАНСПОРТНЫХ КОММУНИКАЦИЙ

Гаджиев Б.Р., Кочеткова А.Н., Прогулова Т.Б., Тятюшкина О.Ю.

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

В работе исследовались сети транспортных коммуникаций между населенными пунктами Московской области и распространение эпидемий в этих сетях. В первой сети в качестве вершин были взяты железнодорожные станции, а в качестве ребер – железные дороги. Во второй сети вершины – населенные пункты, а ребра – автомобильные дороги. Третья сеть – сеть населенных пунктов, соединенных как автомобильными, так и железными дорогами. В последнем случае сеть по построению является мультиграфом. При дальнейшем анализе этот граф был представлен как взвешенный [1].

Была изучена топология этих трех сетей, т.е. построены их распределения степеней, а также зависимость средней степени ближайших соседей вершины от ее степени. Используя принцип максимума информации, обобщенную энтропию Цаллиса и соответствующие ограничения, мы выводим статистику типа q . Показано, что при стремлении индекса энтропии к единице распределение степеней сводится к нормальному. При больших значениях степени вершин распределение имеет вид степенного. Найденное из обработки экспериментальных данных по сетям транспортных коммуникаций распределение степеней сравнивалось с полученным теоретическим распределением при помощи метода максимального правдоподобия. Сравнение позволило определить индекс энтропии q , который характеризует фрактальную размерность построенных сетей.

В построенной нами взвешенной сети транспортных коммуникаций мы изучали процессы распространения эпидемий в рамках моделей SIS и SIR. Из экспериментальных данных было определено значение эпидемического порога и показано его хорошее согласие со значением, получаемым из q -статистики.

Мы также имитировали распространение вирусов в данной взвешенной сети. Были построены зависимости доли инфицированных узлов от времени и от скорости распространения инфекции. Для случая SIR анализировалась также зависимость доли удаленных узлов от времени. Показано наличие фазового перехода в исследуемой сети.

Стратегия остановки эпидемии базируется на последовательном удалении узлов максимальной степени, в результате чего топология сети меняется, что позволяет локализовать и уничтожить вирусы.

Литература

1. *Boccaletti S., Latora V. et al. Complex networks: Structure and dynamics // Physics Report V. 424, Issues 4-5, 2006. Pp. 175-308.*