

УДК 681.03

**ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ РЯДЫ
ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ГРИППОМ/ОРЗ**

Т.К. Еременко, Ю.Г. Пилипенко

Институт проблем математических машин и систем НАН Украины

e-mail: vt_z6@voliacable.com

Заболеваемость – объективный показатель качества жизни населения. Выявление механизмов, влияющих на заболеваемость, прогнозирование возникновения и развития эпидемий – одно из важных направлений развития систем принятия решений на уровне государственного управления.

Авторы рассматривают вопросы моделирования эпидемии гриппа, поскольку это наиболее распространенное заболевание на Украине. Хотя оно не считается очень тяжелым, но даже легкое протекание болезни может вызвать серьезные осложнения с летальным исходом. Если суммировать заболеваемость гриппом и гриппоподобными инфекциями, то их суммарная заболеваемость превышает суммарную заболеваемость всеми остальными инфекциями [1].

История моделирования эпидемиологических процессов начинается в 20-30-х годах 20-го столетия [2]. Однако до сих пор эта задача полностью не решена [3].

Традиционный подход – использование аналитических моделей в виде нелинейных дифференциальных уравнений и использование имитационного моделирования для их решения [2,4]. Основная сложность – определение параметров модели. Точное определение параметров возможно, когда есть данные о прошедшем пике заболеваемости [4]. Развитие теории – построение более детального описания процесса протекания заболевания индивидуума. Однако этот подход не объясняет различные масштабы эпидемий одного и того же штамма вируса и, как правило, наличие «волн» (более одного всплеска-пика) заболеваемости.

Поэтому, авторы задались целью исследовать исходный статистический материал о заболеваемости гриппом на Украине. Тем более что анализ векторного временного ряда (заболевание различных возрастных групп населения) позволил получить неплохие результаты для краткосрочного прогноза [5].

В докладе рассматриваются вопросы построения временных и пространственных рядов для выявления факторов, влияющих на протекание эпидемиологического процесса и долгосрочного прогноза.

Наиболее интересны для этого случая данные МОЗ об эпидемии гриппа в 2009-2010 годы, поскольку они были представлены по областям Украины. Это позволяет анализировать пространственно-временные характеристики распространения этого заболевания и сопоставлять условия жизни в различных регионах страны.

Эпидемиологическая ситуация характеризовалась совокупностью показателей, которые представляют собой заболеваемость групп населения по различным признакам (возрасту, группам риска, тяжести заболевания). Заболеваемость – количество людей, обратившихся к врачу с признаками гриппа/ОРЗ.

С 4.11.09 по 24.01.10 на сайте МОЗ эпидемиологические данные публиковались ежедневно и имели единую структуру, что позволяет производить анализ развития процесса во времени путем построения временного ряда. Причем общая заболеваемость (по всем группам населения) характеризовалась двумя показателями:

- числом заболевших за текущие сутки;
- числом заболевших с начала эпидемии 29.10.09.

Следовательно, временной ряд, состоящий из последовательности средних показателей общей заболеваемости за неделю, может быть построен с 29.10.09, т.е.

охватить еще одну неделю первой волны эпидемии. Первая волна заболевания - наиболее интересна, т.к. нет группы населения, выздоровевшей и приобретшей иммунитет.

Таким образом, были получены временные ряды для 27 регионов и двенадцати недель (рис.1). Полученные ряды показывают, что начало эпидемии не отражено в данных мониторинга.

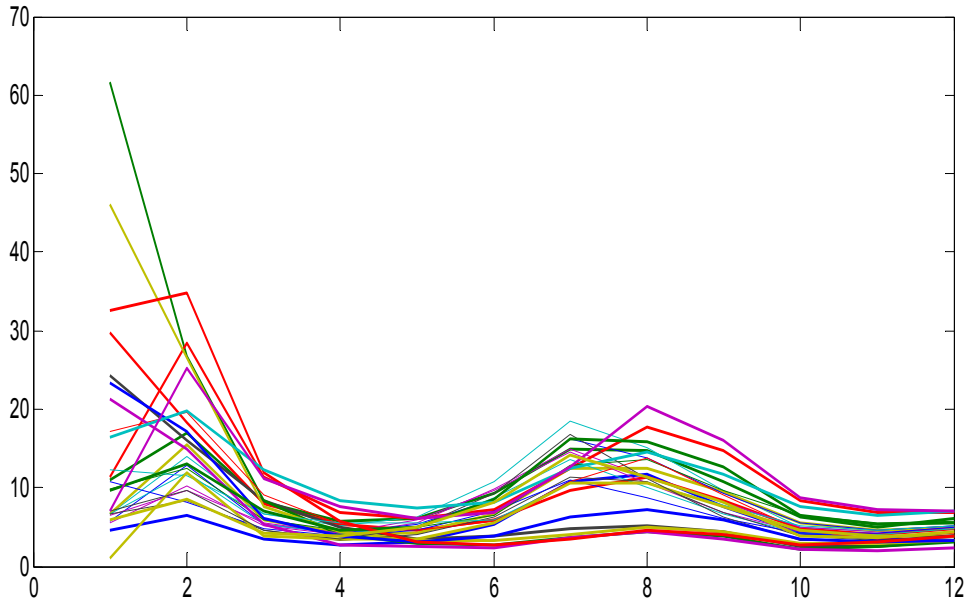


Рис.1. Средняя за неделю дневная заболеваемость по областям, отнесенная к 10 000 населения

Для того чтобы охарактеризовать масштаб эпидемии наиболее подходящий показатель — общее число заболевших в регионе во время эпидемиологического всплеска.

Временной ряд заболеваемости в каждом регионе позволяет получить три характеристики (рис. 2.):

- число заболевших в первую волну эпидемии;
- число заболевших во вторую волну;
- сезонный уровень заболеваемости.

Сезонный уровень заболеваемости отражает тот факт, что даже в отсутствие эпидемии часть населения болеет ОРЗ и вирусными заболеваниями. Этот уровень заболеваемости зависит от времени года. На рассматриваемом отрезке времени его можно считать постоянным. На основании аналитической модели этот факт объяснить нельзя.

Если отнести общее число заболевших за волну (всплеск) заболеваемости к сезонной составляющей то мы получим показатель, характеризующий масштаб эпидемии. Этот показатель можно использовать для сравнения интенсивности протекания эпидемии в различных регионах.

Поскольку начало первой волны эпидемии в данных МОЗ отсутствуют, то для того чтобы получить необходимую характеристику ряды экстраполировались на две недели до начала мониторинга. При этом использовалось допущение, что всплески заболевания симметричны.

Рассчитанные таким образом характеристики масштаба заболеваемости в первую и вторую волны эпидемии представлены на карте Украины (рис.3). Полученные данные имеют явную зависимость от расстояния от центра распространения волны эпидемии значительно большую, чем от демографических или экологических характеристик.

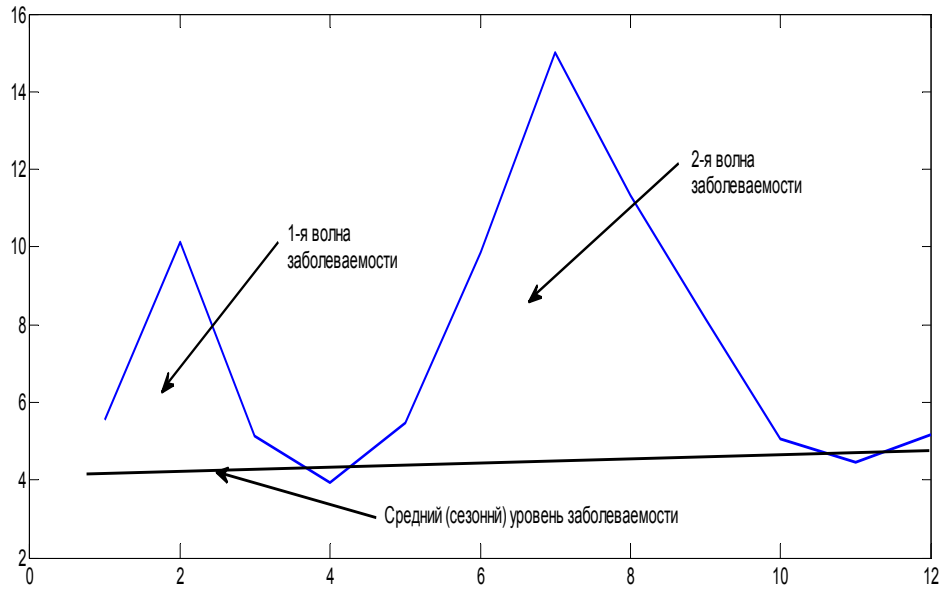


Рис.2. Недельный временной ряд заболеваемости в Донецкой области

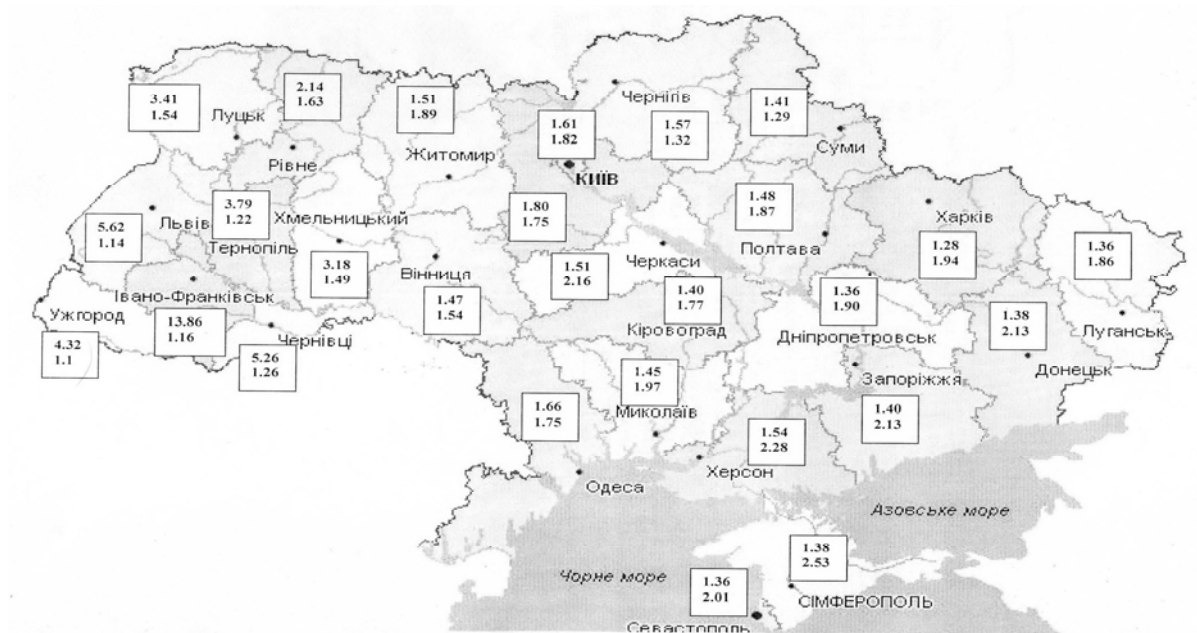


Рис.3. Отношение числа заболевших в первую и вторую волны заболеваемости к среднему (сезонному) уровню заболеваемости

Чтобы исследовать характер этой зависимости был построен пространственный ряд, представляющий собой зависимость характеристики интенсивности эпидемии от расстояния от центра области, где было зафиксировано начало эпидемии. Для первой волны заболеваемости – это Ивано-Франковск, для второй – Симферополь.

Расстояние определялось длиной автодорог, связывающих центры областей. Результат для первой волны заболеваемости представлен на рис. 4. Зависимость (рис.4.) имеет нелинейный характер.

Приведенные расчеты показывают, что описанная выше методика позволяет качественно оценить характер зависимости масштаба эпидемии от различных факторов и подготовить данные для проведения точного анализа.

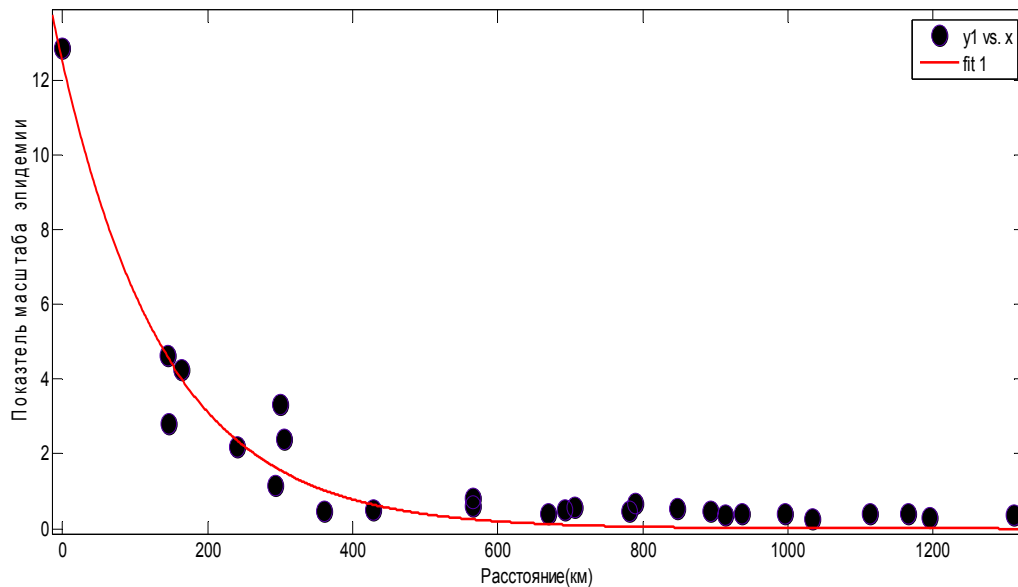


Рис.4. Показатель масштаба эпидемиологического всплеска (1-я волна заболеваемости) в области от расстояния области от центра распространения гриппа

Литература

1. Смородинцев А.А. Грипп и его профилактика. - Л.: Медицина, 1984.-383 с.
2. Бейли Н. Математика в биологии и медицине. - М., Мир, 1970.
3. Боев Б.В. Современный этап математического моделирования в эпидемиологии инфекционных заболеваний // Эпидемиологическая кибернетика: модели, информация, эксперименты: Сборник научных трудов.- М., 2010. - С.6.
4. Бароян О.В., Рвачев Л.А. Математика и эпидемиология. – М., «Знание», 1977.– С. 63.
5. Вьюн В.И., Еременко Т.К., Кузьменко Г.Е., Михненко Ю.А. Об одном походе к прогнозированию Эпидемиологической обстановки по гриппу/ОРВИ с использованием временных рядов //Математические машины и системы. - 2011.-№2.-С.131-136.