

УДК 504.058.613

Г.А. Сигора, канд. биол. наук, доцент,

А.В. Холопцев, канд. техн. наук, доцент,

Е.В. Добровольская, ассистент

Севастопольский национальный технический университет

Студгородок, г. Севастополь, Украина, 99053

E-mail: root@sevgtu.sebastopol.ua

АНАЛИЗ СТАЦИОНАРНОСТИ СТАТИСТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ МЕЖДУ ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬЮ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДА СЕВАСТОПОЛЯ ГЕПАТИТОМ А И ВЫПАДЕНИЕМ В РЕГИОНЕ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ

Для анализа стационарности статистической связи между временными рядами заболеваемости населения Севастополя гепатитом А и временными рядами месячных сумм выпадающих в регионе атмосферных осадков изучались коэффициенты линейных трендов, построенных по фрагментам ряда длиной 22 года. Предложен алгоритм эффективного прогнозирования по ряду заболеваемости.

Статистические свойства временного ряда заболеваемости населения, как в целом Украины, так и ее регионов, гепатитом А изучены недостаточно. Вопрос об их стационарности остается открытым, что существенно осложняет применение для прогнозирования динамики заболеваемости гепатитом А методов теории статистического оценивания и прогнозирования [1]. Установлено, что метеорологические и гелиофизические факторы оказывают влияние на динамику заболеваемости населения гепатитом А [2], но характер их влияния, установленный по статистическим данным разных регионов и разных лет, существенно различается.

Целью данной статьи является анализ стационарности статистической связи между временными рядами заболеваемости населения Севастополя гепатитом А и временными рядами месячных сумм выпадающих в регионе атмосферных осадков.

Для достижения данной цели выполнялся статистический анализ временных рядов заболеваемости населения Севастополя гепатитом А в каждый месяц года за период с 1964 г. по 2005 г., предоставленных санитарно-эпидемиологической станцией города Севастополя, а также их корреляционных связей с соответствующими временными рядами месячных сумм выпадающих здесь атмосферных осадков, полученных на метеостанции поселка Кача.

При этом для оценки стационарности ряда заболеваемости изучались свойства угловых коэффициентов линейных трендов, построенных по фрагментам ряда длиной 22 года, начинающимся в разные годы.

Статистические связи между рядами изучались для промежутков времени, соответствующих каждому из этих фрагментов. При этом рассчитывались корреляционные функции соответствующего фрагмента ряда заболеваемости и фрагментов ряда осадков, сдвинутых в прошлое на промежутки от 0 до 12 месяцев.

Значения 99 % и 95 % порогов достоверной корреляции рассчитывались по методике [3]. При длине ряда 22 года порог 99 % достоверности корреляции равен 0,53, а порог 95 % достоверности корреляции равен 0,43.

Для фрагментов ряда заболеваемости, начинающихся с 1964 – 1972 гг. и с 1977 – 1984 гг. зависимости значений углового коэффициента А от года начала фрагмента во все месяцы были близки к линейным. Угловой коэффициент $A(k+1)$ для интервала времени, для которого дается прогноз, определялся по формуле

$$A(k+1) = A(k) + (A(k) - A(k-1)), \quad (1)$$

где $A(k)$ – угловой коэффициент, для данного момента времени; $A(k-1)$ – угловой коэффициент, рассчитанный по предыдущему моменту времени;

Это позволяет для прогноза заболеваемости гепатитом А $Y(k+1)$ использовать следующий простейший алгоритм, использующий предыдущие данные только из этого же ряда (не использующий при построении прогноза связи изучаемого ряда с рядами других физических величин). Прогнозируемое значение заболеваемости населения гепатитом А $Y(k+1)$ определяется по формуле

$$Y(k+1) = A(k+1) + Y(k), \quad (2)$$

где $Y(k)$ – значение заболеваемости в настоящий год; $A(k+1)$ – угловой коэффициент, для интервала времени, для которого дается прогноз.

При годах начала фрагментов с 1964 г. по 1971 г. и с 1978 г. по 1984 г. ошибки прогноза относительно невелики. В тоже время резкие изменения темпов роста заболеваемости гепатитом А, проявившееся с фрагментов, начинающихся в 1972 – 1977 гг., приводят к резкому увеличению ошибок. Это свидетельствует о недостаточной эффективности в такие годы подобного алгоритма прогнозирования, вынуждая изучать возможность уточнения значений $A(k+1)$ за счет использования статистической связи заболеваемости гепатитом А и ряда других величин (в частности – соответствующего ряда месячных сумм атмосферных осадков). Для использования этого подхода необходимо изучить особенности подобных связей.

В таблице 1 представлены результаты корреляционного анализа в виде значений значимых максимумов функций корреляции фрагментов временных рядов заболеваемости и смещенных относительно них на то или иное количество месяцев фрагментов соответствующих временных месячных сумм атмосферных осадков в г. Севастополе. По горизонтали представлен номер месяца, в котором изучалась заболеваемость, по вертикали – сдвиг месяцев относительно этого месяца, при которых изучались осадки.

Таблица 1 – Значения значимых максимумов функций корреляции фрагментов временных рядов заболеваемости

Год	Сдвиг месяцев	Номер месяца									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12
1971	0										
	1									0,538	
	2									0,495	
	3					0,654					
	4						0,542				
	5							0,498			
	6										
	7	0,484									
	8		0,443								
	9			0,514							
1972	10				0,507						
	0										
	2							-0,496			
	8										-0,546
	9										
1975	10										0,434
	11					0,486	0,601				
	8	0,542									
	9	0,507	0,523								
	10		0,613	0,493							
1976	11			0,623	0,463						
	12				0,614						
	9	0,572	0,492								
	10		0,609								
1977	11			0,617	0,455						
	12				0,585						
	9	0,453									
1978	10		0,490								
	11			0,502							
	12				0,474						
	9	0,449									
1979	10		0,490								
	11			0,508							
	12				0,474						
	9	0,592									
1979	10		0,600								
	11			0,609							
	12				0,560						
	9										

Как видно из таблицы 1, в значительном интервале (с 1975 – 1979 гг.) расположение статистически значимых максимумов (превышающих 95 % порог достоверной корреляции) не изменяется, что свидетельствует о применимости в такие периоды методов теории статистического оценивания и прогнозирования. Подобные алгоритмы предполагается разработать в дальнейшем.

В то же время в некоторых фрагментах (1973 г. и 1974 г.) значимых максимумов корреляции между заболеваемостью и осадками не выявлено, а во фрагментах начинающихся с 1971 г. и 1972 г. расположение максимумов изменяется. Это означает, что, установив по фрагменту, начинающемуся в 1971 г. статистические связи и построив по ним основанный на теории статистики прогноз на 1993 г., получим неэффективный прогноз, так как во фрагменте с 1972 – 1993 гг. расположения максимумов функций корреляции рассматриваемых временных рядов иные.

Таким образом, установлено следующее:

- исследуемый временной ряд заболеваемости гепатитом А населения Севастополя является нестационарным, в нём могут быть выделены участки, где зависимость углового коэффициента от года начала фрагмента близка к линейной, а также участки, где характер зависимости существенно отличен от линейного;

- статистическая связь между рядами во многих фрагментах близка к стационарной, что свидетельствует о возможности эффективного применения при прогнозировании заболеваемости гепатитом А в пределах этих фрагментов методов теории статистического прогнозирования;

- на участках с приближенно линейной зависимостью углового коэффициента линейного тренда от года начала фрагмента эффективное прогнозирование динамики заболеваемости возможно непосредственно по ряду заболеваемости в предыдущие годы (с помощью алгоритма, описываемого соотношениями (1) и (2));

- на участках с существенной нелинейностью этой зависимости для построения эффективного прогноза необходимо привлекать информацию об изменчивости других величин, динамика которых значимо связана с динамикой заболеваемости, к числу таких величин относятся месячные суммы атмосферных осадков;

- значимость месячных сумм атмосферных осадков чаще проявляется для фрагментов рядов заболеваемости в январе, феврале, марте и апреле, она никогда не проявляется в октябре и ноябре.

В дальнейшем предполагается изучить возможность использования для решения данной задачи более совершенных методик и алгоритмов прогнозирования, а так же изучить влияние на динамику заболеваемости населения гепатитом А такого метеорологического фактора как температура окружающей среды.

Библиографический список

1. Кендал М. Многомерный статистический анализ и временные ряды / М. Кендал, Дж. Стьюарт; Под ред. А.Н. Колмогорова. — М.: Наука, 1976. — 736 с.
2. Чижевский А.Л. Земное эхо солнечных бурь / А.Л. Чижевский. — М.: Наука, 1976. — 380 с.
3. Венчиков А.И. Основные приемы статистической обработки результатов наблюдений в области физиологии / А.И. Венчиков, В.А. Венчиков. — М.: Медицина, 1974. — 150 с.

Поступила в редакцию 30.05.2006 г.