

УДК 912.43:61

МЕДИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭПИДЕМИЙ ГРИППА С ПРИМЕНЕНИЕМ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Холошин И.В., Железняк О. И.

Криворожский государственный педагогический университет, Кривой Рог, Украина

С использованием современных методов оценки и прогноза (математическая статистика, ГИС) развития пандемии гриппа 2009 года в Украине, исследованы закономерности пространственно-временной неравномерности распределения заболевания. Разработаны территориальные прогнозные модели эпидемии и составлена карта эпидемической нагрузки. Это является основой планирования профилактических мероприятий и мер по ликвидации очагов болезни.

Ключевые слова: медико-географическое прогнозирование, пандемия гриппа, прогнозные модели, уравнение регрессии, ГИС, эпидемическое районирование, профилактические мероприятия

Медико-географическое прогнозирование — научная деятельность, имеющая целью определение вероятностного уровня здоровья населения конкретной территории на определенный отрезок будущего и выявление факторов окружающей среды, которые влияют или могут повлиять на этот уровень. Эти исследования приобретают особую актуальность, учитывая динамичность и многообразность развития вирусных заболеваний, и в частности – гриппа, в современном мире.

Опасность распространения гриппа обуславливает необходимость разработки принципиально новых методов оценки и прогноза развития пандемии этого заболевания для планирования профилактических мероприятий и мер по ликвидации очагов болезни, защиты населения. Именно к таким исследованиям следует отнести прогнозирование и моделирование эпидемий гриппа. Работы в этом направлении ведутся с конца 80-х годов прошлого века [1-3]. За это время накопился обширный теоретический и фактический материал. Одним из главных выводов, полученных исследователями в этом направлении, является тот факт, что пространственное распределение инфекционных заболеваний может быть обусловлено действием самых различных и зачастую неожиданных факторов, а в этой связи не всегда можно с достаточной пространственной точностью спрогнозировать характер территориального развития заболевания.

Новые возможности в решении этой задачи открываются с применением геоинформационных систем. Геоинформационные системы – это комплекс аппаратно-программных средств и деятельности человека по хранению, манипулированию и отображению географических (пространственно-соотнесенных) данных [4]. Одной из основных функций ГИС является геоинформационное прогнозирование. При этом, основой для использования метода прогнозирования являются известные математико-статистические методы и приемы.

Фактическим материалом, положенным в основу данного исследования, являются официальные данные по регионам Украины, опубликованные в октябре-

декабре 2009 года на сайте МЗУ, в период эпидемии гриппа в Украине. При этом основное внимание уделялось периоду от момента объявления пандемии и до ее максимального (пикового) развития, что во временном диапазоне составило от 14 до 18 дней. В качестве анализируемых показателей были следующие: количество заболевших с момента объявления эпидемии; количество заболевших в каждый из дней пандемии; количество детей, заболевших в период эпидемии; количество госпитализированных больных в период эпидемии; количество умерших от гриппа в период пандемии и др. Данные хранились и обрабатывались в табличном процессоре **Excel**. Для математико-статистического анализа был использован математический пакет **STADIA-7**. Основным методом – регрессионный анализ. Пространственно-временной анализ осуществлялся с применением ГИС **DG_WIN**.

Анализ диаграмм, отражающих изменение количества заболевших гриппом с момента объявления эпидемии по всем регионам Украины, показал следующее:

- формы регрессионных кривых на диаграммах всех административных единиц страны практически идентичны и отличаются, главным образом, динамикой и масштабами развития эпидемии (рис.1);

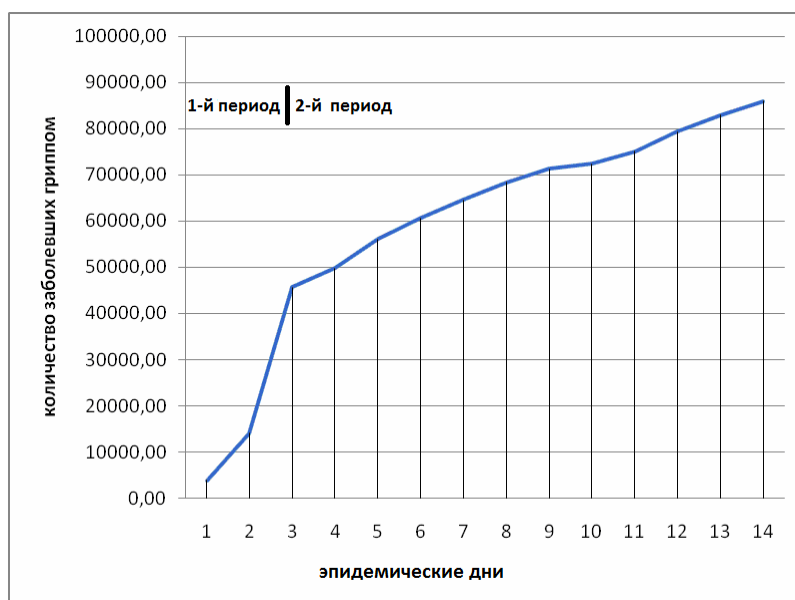


Рис.1 Диаграмма изменения количества заболевших гриппом в период эпидемии 2009 года в Днепропетровской области (до точки пиковой эпидемической нагрузки)

- на всех диаграммах отчетливо выделяется 2 периода: I период – интенсивный – резкое повышение количества заболевшего населения (первые 3 дня эпидемии), и II период – медленное, но стабильное повышение числа заболевших до точки пиковой эпидемической нагрузки.

Отмеченная динамика развития заболевания позволяет прогнозировать характер протекания эпидемии в регионах по показателям заболеваемости первых

трех дней. Для решения этой задачи с помощью математического пакета **STADIA-7** были рассчитаны уравнения регрессии развития эпидемии гриппа по административным единицам Украины отдельно по каждому из выделенных периодов:

Количество заболевших = $A_0 + A_1 * \text{эпидемический день}$

Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Уравнения регрессии зависимости количества заболевших гриппом от эпидемического периода по административным единицам Украины

Админ.единицы	1 – 3 день		4 – 14 день	
	A_0	A_1	A_0	A_1
АР Крым	-5650	6400	12600	1000
Винницкая	-11800	14200	28900	2050
Волынская	-3270	13300	40300	1210
Днепропетровская	-20600	20900	39500	3360
Донецкая	-22200	22500	41200	3410
Житомирская	-1030	1020	19700	1200
Закарпатская	-5730	12400	28600	1590
Запорожская	-1130	1050	19800	1460
Ивано – Франковская	-19190	26300	86700	1740
Киевская	-13000	18400	42300	3030
Кировоградская	-6070	5990	11400	813
Луганская	-3730	13800	20800	1830
Львовская	-50300	33100	152000	3070
Николаевская	-4760	5380	9760	864
Одесская	-10400	13700	27200	1700
Полтавская	-8820	10200	20900	1360
Ровенская	-3570	11200	29100	1590
Сумская	-8670	9520	17700	1170
Тернопольская	-7560	9670	29100	909
Харьковская	-12200	11100	24300	1700
Херсонская	-5360	5770	10900	786
Хмельницкая	-15700	19400	40400	1250
Черкасская	-6980	9000	17800	1430
Черниговская	-4155	12560	34700	1830
Черновецкая	-16600	16700	44300	1710

Принципиально важными являются результаты пространственного анализа развития эпидемии гриппа, полученные с привлечением геоинформационной системы **DG_WIN**. Их целью являлось медико-географическое районирование регионов Украины по характеру распространения пандемии. В качестве

атрибутивной информации в базу данных были введены все имеющиеся статистические показатели развития эпидемии на протяжении всего периода наблюдения: количество заболевших с момента объявления эпидемии; количество заболевших в каждый из дней пандемии; количество детей, заболевших в период эпидемии; количество госпитализированных больных в период эпидемии; количество умерших от гриппа в период пандемии и др. Картографическое выражение данных показателей позволяет проследить их пространственно-временную гетерогенность в любой из дней развития эпидемии. С этой целью было проанализировано более 80 нозогеографических медико-географических карт. Для общей оценки эпидемического напряжения в регионах, нами была использована технология ранжирования, отражающая в совокупности массовое распространение инфекции, тяжесть течения, летальность и другие показатели. Полученные интегральные оценочные характеристики позволили выделить четыре группы регионов по развитию эпидемии гриппа (рис.2):

1 группа – регионы с **аномально высокими** эпидемическими показателями. Сюда относятся как области, послужившие очагами распространения заболевания (Львовская и Ивано-Франковская области), так и наиболее населенные регионы (Днепропетровская, Киевская и Донецкая области).

2 группа – области с **высокими** эпидемическими показателями. Это практически вся западная часть Украины, а также Черниговская, Луганская и Харьковская области.

3 группа – регионы с **средними** эпидемическими показателями. Главным образом, это северные области Украины (Сумская, Черкасская и Полтавская области).

4 группа – области с **низкими** эпидемическими показателями. Преимущественно это южные области страны (Кировоградская, Николаевская, Херсонская области и Автономная республика Крым).

Отмеченная пространственная неравномерность эпидемического процесса, несомненно, является отражением целого ряда факторов: комфортность природных условий жизнедеятельности населения, уровень загрязнения окружающей среды, уровень жизни населения, оперативность работы региональных медицинских служб и др. Разобраться в этом сложносплетении факторов должны в первую очередь эпидемиологи и медицинские работники.

Принципиально важное значение имеет тот факт, что коэффициенты уравнения регрессий в пределах каждой из групп колеблются в определенных границах, характерных для каждой из групп и при этом они практически не перекрываются с значениями коэффициентов из других групп (табл.2). Это, с одной стороны, подтверждает правомочность и достоверность объединения регионов в выделенные группы по эпидемическому напряжению, а с другой, позволяет использовать полученные модели для прогнозирования развития пандемии гриппа в случае ее повторения. Так рассчитав уравнение регрессии первых трех дней развития заболевания в регионе, можно с достаточно высокой степенью точности отнести регион к определенной группе по эпидемической нагрузке, а как результат, с помощью второго уравнения регрессии (4-14 дни) – рассчитать динамику распространения инфекционного заболевания.

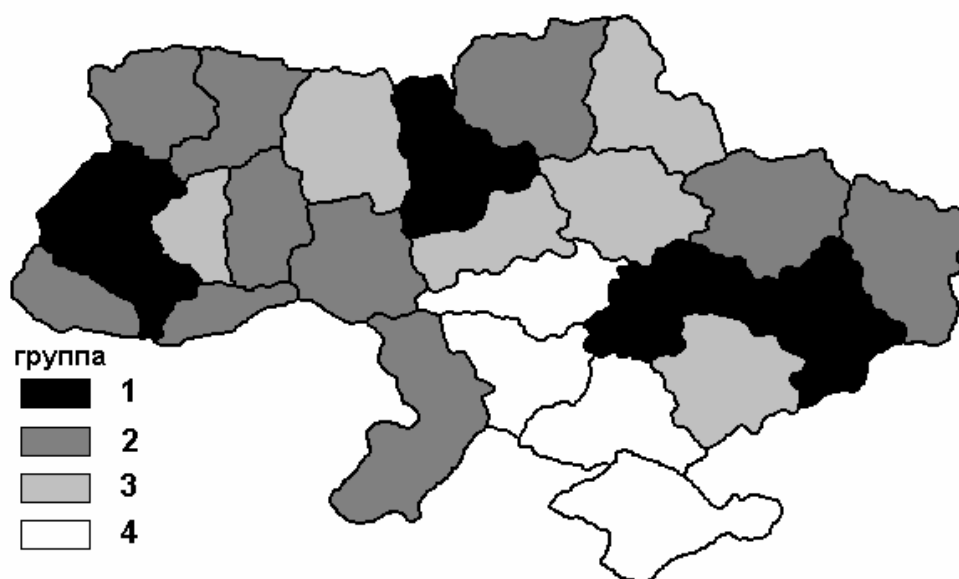


Рис 2. Медико-географическое районирование территории Украины по эпидемическому напряжению в период пандемии гриппа 2009 года (получено с использованием ГИС DG_WIN).

Таблица 2.

Уравнения регрессии зависимости количества заболевших гриппом от эпидемического периода по группам эпидемического напряжения

	1 – 3 день		4 – 14 день	
	A_0	A_1	A_0	A_1
4 группа	-6070 – -1030	1020 – 6400	9760 – 19800	813 – 1460
3 группа	-8670 – -6980	9000 – 10200	17700 – 20900	1170 – 1430
2 группа	-3270 – -16600	11100 – 19400	20800 – 44300	1210 – 2050
1 группа	-13000 – 50300	18400 – 33100	39500 – 152000	1740 – 3410

Полученные интегральные оценочные характеристики выражаются с применением ГИС в виде нозогеографических карт медико-географического районирования, определяющих зоны прогнозного распространения вирусной инфекции, что в конечном итоге, способствует предупреждению развития эпидемии и повышает оперативность медицинской работы.

Список литературы

1. Бароян О.В. Моделирование и прогнозирование эпидемий гриппа для территории СССР./ Бароян О.В., Рвачев Л.А., Иванников Ю.Г. - М.: ИЭМ им. Н.Ф. Гамалеи, 1977. - 546 с.

2. Боев Б.В. Современные этапы математического моделирования процессов развития и распространения инфекционных заболеваний / Боев Б.В. // Эпидемиологическая кибернетика: модели, информация, эксперименты. - М.: 1991. - с. 6-13.
3. Райх Е.Л. Моделирование в медицинской географии. / Райх Е.Л. - М.: Наука, 1984. - 157 с.
4. ДеМерс Географические информационные системы./ ДеМерс, Майкл Н. - М.: Дата+, 1991. - 491 С.

Холошин І.В. Медико-географічне прогнозування епідемії грипу з застосуванням геоінформаційних систем / Холошин І.В., Железняк О. І. // Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Географія. – 2011. – Т.24 (63). – № 2, ч. 2 – С. 104-109.

З використанням сучасних методів оцінки і прогнозу (математична статистика, ГІС) розвитку пандемії грипу 2009 року в Україну, досліджено закономірності просторово-часової нерівномірності розподілу захворювання. Розроблено територіальні прогнозні моделі епідемії і складена карта епідемічної навантаження. Це є основою планування профілактичних заходів та заходів з ліквідації вогнищ хвороби.

Ключові слова: медико-географічне прогнозування, пандемія грипу, прогнозні моделі, рівняння регресії, ГІС, епідемічне районування, профілактичні заходи

Holoshyn I.V. Medical geographical forecasting influenza epidemics using geographic information systems / Holoshyn IV, Ironstone O.I. // Scientific Notes of Taurida National V. I. Vernadsky University. – Series: Geography. – 2011. – Vol. 24 (63). – № 2, p. 2 – P. 104-109.

With the use of modern methods of evaluation and prediction (mathematical statistics, GIS) of the 2009 influenza pandemic in Ukraine, studied patterns of spatial-temporal non-uniform distribution of the disease. Territorial developed predictive models of the epidemic and a map of the epidemiological burden. This is the basis for planning preventive measures and measures to eliminate hotbeds of disease.

Keywords: Medico-geographical prognostication, pandemic influenza, predictive models, the regression equation, GIS, zoning epidemic, prevention activities

Поступила в редакцію 08.04.2011 г.