

УДК 004.94

© 2009 г. **В.А. Маренко**, канд. техн. наук
(Омский филиал Института математики им. С.Л. Соболева СО РАН)

ИНФОРМАЦИОННО-СИНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К АНАЛИЗУ МЕДИЦИНСКИХ ДАННЫХ

В статье с позиции информационно-синергетического подхода рассматриваются медицинские данные по различным видам заболеваний у детей в возрасте от 0 до 14 лет, проживающих в Омской области. Показаны варианты развития подсистемы «нездоровые субъекты», энтропия подсистемы, лавинообразное нарастание одного из процессов и другие аспекты.

Ключевые слова: система, модель, информация, синергетика, эмпирические медицинские данные, энтропия, гомеостаз, диаграмма Парето, корреляция.

Введение

Синергетический и информационный подходы, представляющие собой развитие системного подхода, дают новые возможности для исследования сложных объектов, процессов и явлений в системах любого типа. В их основе лежит понятие информации как меры порядка, противостоящей хаосу, характеризующей внутреннее разнообразие системы, многовариантность возможных траекторий развития того или иного процессов. В рамках этих подходов появляется возможность осуществить научный подход к анализу и решению конкретных управленческих задач в такой слабо формализуемой системе как человеческое общество [1].

Задача исследования – показать, что информационно-синергетический подход применим к анализу медицинской информации.

Теоретический аспект

Для описания процессов, происходящих в обществе как сложной системе, применима теория «точечных» динамических систем, описывающая развитие процессов во времени, основанная на дифференциальных уравнениях вида:

$$du_i/dt = (1/\tau_i) F_i(u_1, u_2, \dots, u_n),$$

где u_i – динамические переменные; $F_i(u_i)$ – нелинейные функции, описывающие их взаимодействие; τ_i – время изменения переменных u_i , $i = 1, 2, \dots, n$ [2]. Для сложной системы «общество» как открытой системы, способной к самоорганизации, в качестве динамических переменных u_i могут выступать различные величины, в наших исследованиях – уровень заболеваемости, т.е. число нездоровых

субъектов.

Информационно-синергетическая модель. В обществе повседневно генерируется информация, в том числе медицинская, которая, как и любая ценная информация, способна эволюционировать в течение определенного промежутка времени. Используя дихотомическое деление, «общество» представляем двумя подсистемами: «здоровые субъекты» и «нездоровые субъекты».

Рассмотрим подсистему «нездоровые субъекты». Исходные данные для ее описания представлены таблицей, на пересечении строк и столбцов которой находятся значения, показывающие уровни заболеваемости по годам и видам болезней.

Год	Бронхиальная астма	Болезни миндалин	Фарингит	Пневмонии	Анемии	Холецистит, холангит	Дерматит	Аномалии сердца
	1	2	3	4	5	6	7	8
1980	23,56	633,20	6,73	17,31	59,14	127,89	596,66	38,46
...								
2000								

Подсистема «нездоровые субъекты» многомерна. Разделим ее на три группы по годам: 1980-1985; 1985-1990; 1990-2000. Каждая группа в свою очередь структурирована, имеет составляющие, отражающие уровень заболеваемости ведущими нозологическими формами, т.е. кластеры с названиями: «субъекты с заболеванием астмой», «субъекты с заболеванием миндалин» и др. Многомерные образования сложно исследовать, поэтому применяют упрощающие методы, позволяющие строить базовые модели, содержащие минимум переменных. Например, два уравнения для переменных x и y имеют вид:

$$dx/dt = (1/\tau_x)P(x, y) ; dy/dt = (1/\tau_y)Q(x, y),$$

где $P(x, y)$ и $Q(x, y)$ – известные нелинейные функции своих переменных; τ – время изменения переменных x и y . Для исследования используется наглядный метод – построение фазового портрета.

Графическое представление эмпирических данных. Используя эмпирические данные таблицы построим фазовые портреты (рис. 1 – 3), где совокупность точек, называемых изображающими точками, дает информацию об изменении состояния подсистемы «нездоровые субъекты» за некоторые промежутки времени. На указанных рисунках по оси ординат откладываем значения роста заболеваемости, а по оси абсцисс – уровня заболеваемости за 5-летние и 10-летний периоды. Изображающие точки пронумерованы в соответствии с видами болезней, представленных в нашей таблице (столбец 1 – уровень заболеваемости бронхиальной астмой, ... 8 – уровень заболеваемости аномалиями сердца). Как видно из рисунков, подсистема «нездоровые субъекты» увеличивается, так как растет число таких субъектов. Кластеры равномерно и случайно распределяются по координатной плоскости.

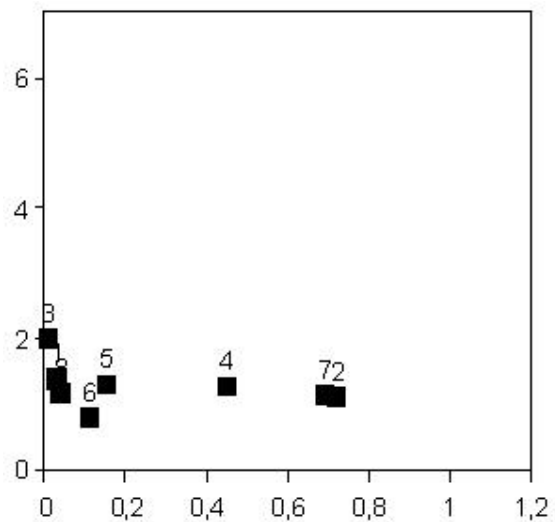


Рис. 1. Зависимость роста заболеваемости от уровня заболеваемости в период 1980-1985 гг.

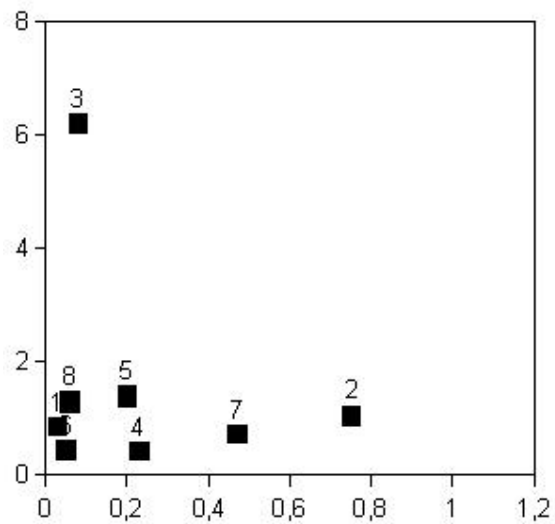


Рис. 2. Зависимость роста заболеваемости от уровня заболеваемости в период 1985-1990 гг.

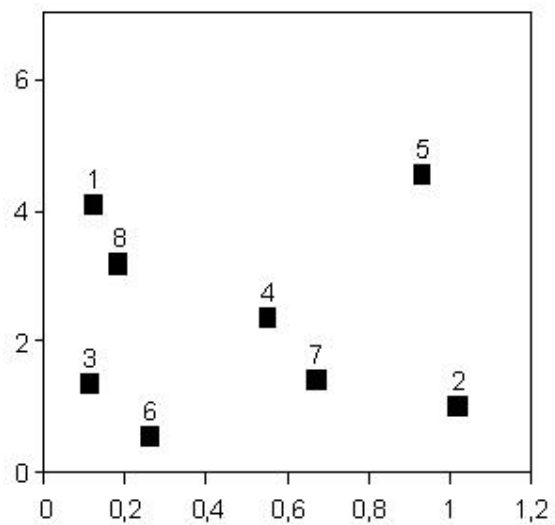


Рис. 3. Зависимость роста заболеваемости от уровня заболеваемости в период 1990-2000 гг.

Сравнивая рисунки, можно прогнозировать варианты развития подсистемы «нездоровые субъекты». Один из вариантов – увеличение этой подсистемы до численности всей системы «общество». Возможен вариант, соответствующий дальнейшему увеличению кластера «субъекты с заболеванием анемия», поскольку ему соответствуют наибольшие значения уровня заболеваемости и роста. Поэтому, возможно, со временем он и займет господствующее положение в подсистеме «нездоровые субъекты». На рис. 4 приведен график, показывающий значительный рост заболеваемости анемией (в 5 раз!) за 10-летний период наблюдений, где нижняя кривая – 1985-1990 гг.; верхняя – 1990-2000 гг.

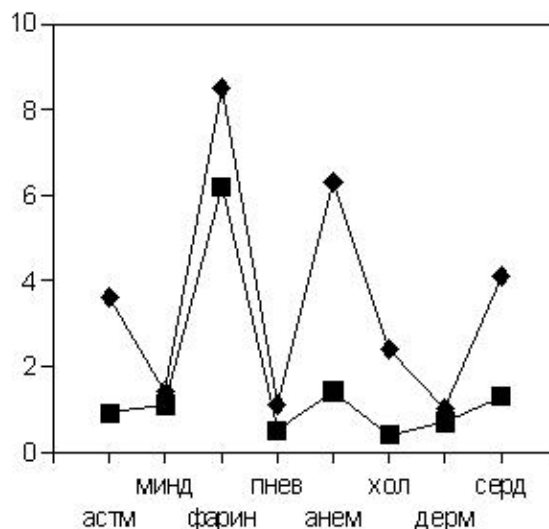


Рис. 4. Рост заболеваемости по различным видам болезней.

Подсистема «нездоровые субъекты» имеет определенную структуру. На фазовых плоскостях она представлена группой изображающих точек, которые вначале занимают малую область (рис. 1). Окружим ее выпуклой кривой (получим площадь $\Gamma(0)$). Такую же процедуру проведем с изображающими точками на рис. 3 (получим площадь $\Gamma(t)$). Площадь окруженной области $\Gamma(t)$ больше начальной и с течением времени будет увеличиваться.

Известно, что

$$S(t) = k \ln \Gamma(t) / \Gamma(0),$$

где k – постоянная Больцмана; S – энтропия Синая. Энтропия служит количественной мерой беспорядка в системе и определяется числом допустимых ее состояний. Чем больше это число у системы, тем больше энтропия. На рис. 1 – 3 показаны только три различных состояния, а их можно изобразить больше. Так как площадь $\Gamma(t)$ увеличивается, то растет и энтропия. Ее рост связан с глобальной неустойчивостью подсистемы «нездоровые субъекты».

Гомеостатическая модель. Изучение гомеостатических механизмов помогает лучше понять, как целенаправленно воздействовать на системы, чтобы переорганизовать их в определенных целях, как управлять системами с целью достижения гомеостаза, т.е. динамического постоянства определенных свойств и функций.

Анализ ретроспективной медицинской информации показал наличие лави-

нообразного процесса заболеваемости анемией в подсистеме «нездоровые субъекты». Лавинообразный процесс всегда обусловлен накоплением факторов деградации (энергии деградации). Сначала этот процесс происходит вяло (рис. 5, 1995-1990 гг.), потом идет его интенсивное развитие (1990-2000 гг.), а затем – наиболее интенсивное протекание (начиная с 2000 г.). Эти три стадии отчетливо видны на рис. 5, где ось ординат – уровень заболеваемости.

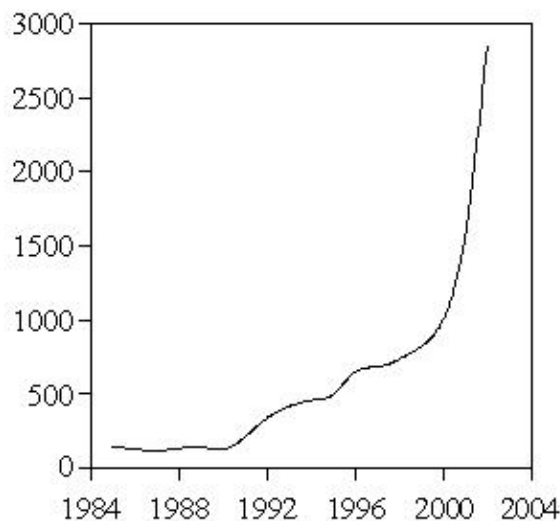


Рис. 5. Кривая развития лавинообразного процесса заболеваемости анемией.

Теория гомеостатики предполагает наличие общего негативного фона деградации, из которого часть энергии диссипирует. Остальная часть делится на составляющие: первая непосредственно определяет процессы накопления энергии деградации; вторая состоит из энергии внутренних и внешних затрат, а третья «питает» консолидационные процессы [1].

Гомеостатическая модель позволяет определить критическое количество элементов подсистемы, время до ее взрыва и влияние различных параметров на протекание лавинных процессов.

Диаграмма Парето

Для интерпретации данных с целью извлечь из них как можно больше информации В. Парето предложил формулу, показывающую, что в большинстве случаев наибольшая доля доходов (80%) принадлежит небольшому числу людей (20%), а 80% брака изделий вызвано 20% причин. Диаграмма Парето — это инструмент, позволяющий установить основные факторы, которыми нужно управлять с целью преодолеть возникающие проблемы [3].

Алгоритм построения диаграммы следующий:

- построение таблицы с данными, располагающимися в убывающем порядке;
- выбор осей;
- построение столбиковой диаграммы и кумулятивной кривой.

Следуя алгоритму, построение диаграммы Парето по ретроспективным данным различных форм заболеваний среди детей начинаем с формирования таблицы по группам заболеваний, располагая данные в порядке убывания их значе-

ний. Формы, имеющие сравнительно небольшое количество случаев, выделяем в группу «другие». По этим данным построена столбиковая диаграмма, наглядно иллюстрирующая количество различных форм заболеваний, входящих в 80-процентный и 20-процентный интервалы (рис. 6, где ось ординат – уровень заболеваемости).

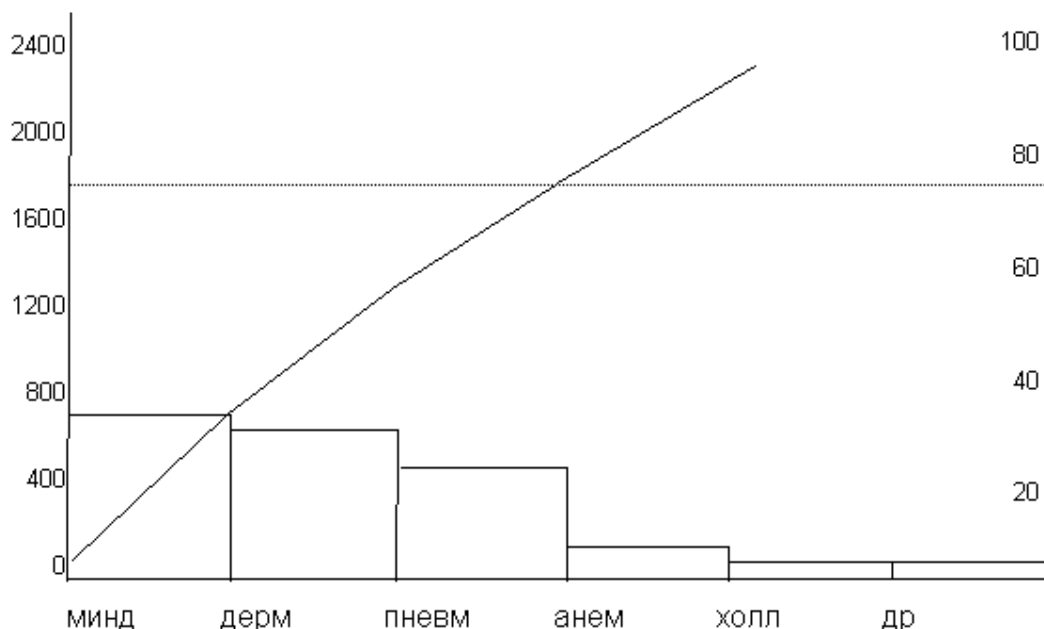


Рис. 6. Кривая Парето для случаев различных форм заболеваний.

На рис. 6 прямая 80-процентного значения пересекает диаграмму так, что в этот интервал попадают люди с заболеваниями миндалин, дерматитом и пневмониями. А 20-процентная часть принадлежит двум формам из основной группы и формам под заголовком «другие», которые объединены в одну категорию. Как видно из диаграммы, первые три формы соответствуют 80% случаев. Одна из форм, входящая в этот интервал, – болезни миндалин. На первый взгляд, это заболевание кажется ключевым и подлежит рассмотрению в первую очередь. Но возникает вопрос: какие затраты оно приносит? Затраты – важный критерий изменений в управлении, поэтому важно выяснить, какие затраты связаны с лечением каждой формы заболеваний, и построить на основе этих данных новую диаграмму Парето.

Такая обработка планируется в ближайшее время при получении необходимой информации.

Диаграмма Исикавы

Результаты любых процессов, в том числе и медицинских, зависят от многочисленных факторов, между которыми существуют отношения типа «причина – следствие». Их графически представляют в виде диаграммы Исикавы, которая предназначена для отделения причин от следствий и помогает увидеть проблему целиком. На рис. 7 стрелками обозначена часть причин, которые приводят к изменениям в подсистеме «нездоровые субъекты».

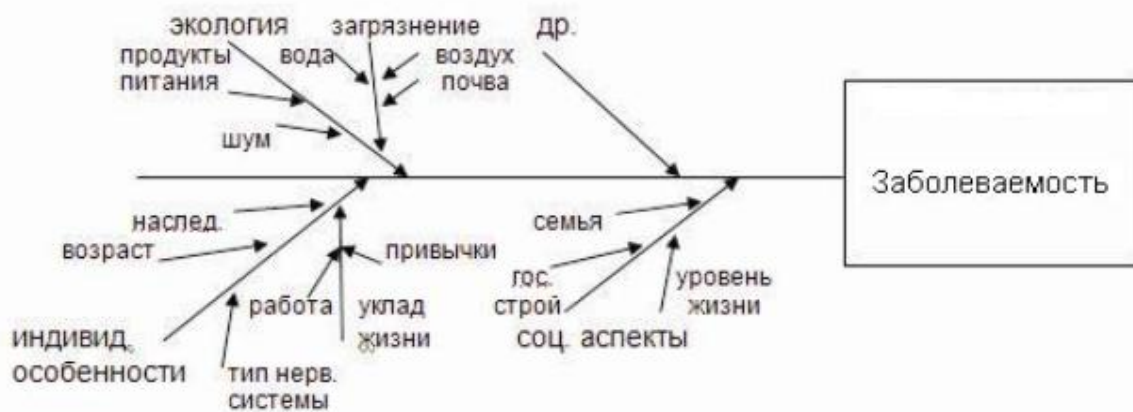


Рис. 7. Диаграмма Исикавы.

Нарушение здоровья населения обусловлено не только социально-экономическими и биологическими, но в первую очередь экологическими факторами. Изучение взаимозависимости заболеваемости и экологии с каждым годом приобретает все большую актуальность, так как загрязнение воздуха, воды, почвы и продуктов питания представляет серьезную угрозу здоровью населения и способствует снижению качества жизни. Ретроспективный анализ загрязнения воздуха и заболеваемости анемией выявил корреляционную зависимость 0,9 между этими двумя показателями (рис. 8).

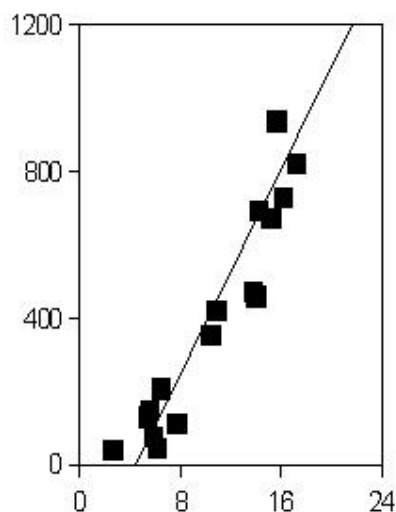
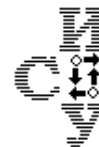


Рис. 8. Корреляционная зависимость между уровнем заболеваемости анемией (ось ординат) и загрязнением воздуха (ось абсцисс).

Заключение

Информационно-синергетический подход дает дополнительные возможности для изучения и понимания общества как сложной системы, с учетом того, что информация – это мера порядка, мера вероятностного выбора одного из вариантов развития процессов в системе. С точки зрения этого подхода, в настоящее время технологическая деятельность общества нарушает гомеостаз окружающей среды, ведет к нарастанию деструктивных процессов в ней, в частности к росту заболеваемости людей.



Из наших исследований следует, что подсистема «нездоровые субъекты» обладает неустойчивостью и многовариантностью развития, а один из деструктивных процессов нарастает в ней лавинообразно. Энтропия общества, как сложной системы, увеличивается.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Прангишвили И. В.* Системный подход и общесистемные закономерности. Серия «Системы и проблемы управления». – М.: СИНТЕГ, 2000.
2. *Чернявский Д. С.* Синергетика и информация: динамическая теория информации. – М.: Наука, 2001.
3. *Самсонова М. В., Ефимов В. В.* Технология и методы коллективного решения проблем – Ульяновск: УлГТУ, 2003.

Статья представлена к публикации членом редколлегии Ю.М. Перельманом.

E-mail:

Маренко В.А. – marenko@ofim.oscsbras.ru.

УДК 004.4:61

© 2009 г. **Ф.М. Москаленко,**
М.Ю. Черняховская, д-р мед. наук
(Институт автоматизации и процессов управления ДВО РАН, Владивосток)

БАЗА НАБЛЮДЕНИЙ В ОБЛАСТИ ОФТАЛЬМОЛОГИИ ДЛЯ БАНКА МЕДИЦИНСКИХ ЗНАНИЙ¹

Представлена база наблюдений, сформированная в компьютерном банке знаний с помощью онтологии наблюдений. Она может быть использована для описания знаний о заболеваниях и ввода историй болезни. База наблюдения имеет традиционную для медицины структуру.

Ключевые слова: офтальмология, база наблюдений, банк медицинских знаний, медицинская диагностика.

Введение

В настоящее время одной из проблем в развитии медицины является противоречие между огромным и постоянно растущим объемом медицинской информации (знаний и данных) и трудностями в получении и правильном использова-

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке ДВО РАН в рамках программы президиума РАН №2 "Интеллектуальные информационные технологии, математическое моделирование, системный анализ и автоматизация", проект «Развитие систем управления базами знаний с коллективным доступом».