

УДК 616.12-005.4:51 (470.344)

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ОБРАЗА ОБРАТНОГО РАЗВИТИЯ БОЛЕЗНЕЙ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ЧУВАШСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Шувалова Н.В.², Иванов А.Г.², Герасимова Л.И.¹, Тюрникова С.Р.¹

¹АУ Чувашии «Институт усовершенствования врачей» Минздравсоцразвития Чувашии (428015, Чувашская Республика, г. Чебоксары, Красная площадь, д. 3), e-mail: ipiu@medinform.su

²ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», (428015, Чувашская Республика, г. Чебоксары, пр. Московский, д. 15), e-mail: office@chuvsu.ru

Статистическое регулирование качества медицинской помощи и организации здравоохранения предполагает своевременное установление возможности появления первичного заболевания по ограниченному числу наблюдений и принятие мер по приведению медицинских служб в состояние, при котором локализируются причины и очаги роста заболевания. Разработана математическая модель для построения образа обратного развития болезней системы кровообращения (БСК) на территории Чувашской Республики. Для получения образа и характера обратного развития БСК создается специальный ненатуральный двоичный код, описывающий заболеваемость с параметрами: n – длина кода как количество значимых разрядов в разобранной структуре (карте) заболевания; t – кратность ошибки, распознавания, регистрации этой структуры; k – число проверяемых информационных разрядов; d_{min} – расстояние между соседними векторами как число независимых, отличных разрядов в структуре (карте) заболевания.

Ключевые слова: теория обратного развития болезней человека, вероятностно-динамические модели, синдром корневого влияния, кодирование характера первичного заболевания, генерация двоичных кодов.

SYMBOLIC MODEL FOR REGRESSION SCHEME OF CIRCULATORY DISEASES IN THE CHUVASH REPUBLIC

Shuvalova N.V.², Ivanov A.G.², Gerasimova L.I.¹, Turnikova S.R.¹

¹AI of Chuvashia “Postgraduate Doctors’ Training Institute” HealthCare and Social Development of Chuvashia (Krasnaya sq.3, Cheboksary, the Chuvash Republic, 428032), e-mail: ipiu@medinform.su

²FSBEI HPE “the Chuvash State University named after I.N. Ulyanov” (Moskovskiy av., 15, Cheboksary, Chuvash Republic, 428015), e-mail: office@chuvsu.ru

Statistic control of quality of medical care and healthcare management is timely definition of primary disease’s possibility based on limited number of screening and measurements aimed at focalization of disease’s reasons and its focus by medical services. The following has been developed symbolic model for regression scheme of circulatory diseases in the Chuvash Republic. In order to get the image and character of regression scheme of circulatory diseases it has been created a special artificial binary code, describing incidence with attributes n - the code length as the number of significant digits in the parsed structure (map) of the disease; t - the multiplicity of errors, recognition, registration of this structure; k - number of tested data bits; d_{min} - the distance between the adjacent vectors as the number of independent, non-digits in the structure (map) of the disease.

Key words: the theory of human diseases’ regression, probabilistic and dynamic models, root syndrome influence, character encoding of the primary disease, the generation of binary codes.

Введение. Болезни системы кровообращения (БСК) занимают первое место среди причин смертности во всем мире [3; 6]. Для получения оценок нормативных значений уровней заболеваемости, смертности и инвалидности от БСК и онкологических заболеваний на отдельных административных территориях применяют математические модели развития первичного заболевания по ограниченному числу наблюдений. На основе такого анализа

принимаются меры по приведению медицинских служб в состояние, при котором локализируются причины и очаги роста заболевания [5; 8].

Цель исследования. Исследовать механизм и алгоритм построения образа обратного развития БСК и его представления по двум разнохарактерным группам исследования на основе его математического моделирования, численных методов расчета, программирования.

Материалы и методы исследования. В данной работе изучена и оценена динамика БСК в сравнении с онкозаболеваниями на территории Чувашской Республики, составлены и подготовлены таблицы по первичной заболеваемости, общей заболеваемости, смертности для сравнения. Рассчитаны показатели санитарной статистики за 10 лет. Далее нами были использованы методы математического анализа, методы абстрактной алгебры, приложения теории вероятности и математической статистики, методы теорий групп, групповых кодов, помехозащищенных кодов, помехоустойчивого кодирования.

1. Проведен анализ погрешностей и различия по критерию Стьюдента нормативных значений показателей первичной заболеваемости, общей заболеваемости и смертности в динамике развития БСК и новообразований, определяющих состояние здоровья населения. Вероятность, что гипотеза различия показателей по двум разнохарактерным группам исследования не подтвердится, рассчитывалась интегрированием функции $T(x, N)$ распределения Стьюдента в пределах от $-\infty$ до x . Рассчитываемые параметры: t – квантиль распределения Стьюдента по смыслу решаемой задачи является коэффициентом различия по критерию Стьюдента; p – уровень значимости, который связан с вероятностью попадания искомого значения θ центральной статистики $R(\bar{X}, \theta)$, определяющей гипотезы различия показателей по двум разнохарактерным группам исследования, в доверительный интервал

$\Delta\beta$ с вероятностью $P\left(z_{\frac{p}{2}} < R(\bar{X}, \theta) < z_{1-\frac{p}{2}}\right) = 1 - p$. Значения $t = z_{\frac{p}{2}}$ и $t = z_{1-\frac{p}{2}}$ – квантили уровней $p/2, 1-p/2$ распределения $T(x, N)$.

2. Используются математические модели для оценки динамики заболеваемости и смертности от онкологических болезней и БСК и сравнения этих моделей для определения общего характерного контраста в развитии этих заболеваний. Суть математической модели сложного явления заключалась в привязке последнего по характерным признакам к известным структурам двоичного кодирования («Да» – 1, «Нет» – 0) из теории помехозащищенных кодов, описывающих пространство реализации некоторого множества квазиустойчивых, двухпозиционных состояний: включен, выключен. Для описания сложного явления здесь нами подключается весь аппарат генерации (создания) натуральных и ненатуральных групповых кодов разными методами. Это и получение новых кодов

посредством декодирования линейных групповых кодов (ЛГК), и построение матриц ошибок разной кратности для ЛГК, и формирование кодов с малой плотностью проверок на четность, и создание циклических кодов.

Составим расчетный макет таблицы сравнения данных на листе автоматизированного расчета в Excel. Добавим еще два столбца к статистическим данным новой табл. 1: значения коэффициента различия по критерию Стьюдента t и достоверности различия p . Приведем сравнительный расчет первого столбца показателя – первичной заболеваемости населения соответственно по БСК и онкологии за 2001 год в исходной статистической таблице. Создадим для удобства ячейки сравнения со средними ошибками. Учтем, что при вычислении t масштабы самих показателей (не ошибки их) должны быть выровнены. Рассчитаем вероятность и уровень значимости, квантили распределения. Составим алгоритм предварительного проверочного расчета квантилей распределения Стьюдента $T(x, n)$ при $n=8$. Поставим управляющую командную кнопку «Расчет квантиля $T(n)$ для уровня p » автоматизированного расчета на листе Excel. Напишем программу с использованием алгоритма численного расчета p методом Рунге-Кутты 4 степени точности [4].

Таблица 1

**Оценка достоверности различия показателя первичной заболеваемости
БСК и онкологией (на 10 тыс. населения) с расчетом их веса
в процентах (частоты и ошибки показателя) по 26 группам
(в 19 районах и 5 городах) Чувашской Республики**

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Первичная заболеваемость	на 10 тыс.							
2			БСК	Ошибка		Онко	Ошибка2		
3	Административные территории	2001	Omega	Epsilon	2001	Omega2	Epsilon2	t	p
4	Алатырский	229	3,4509	0,22407	27,475	5,4593	0,32024	-5,138704	0,0000119268
5	Аликовский	248	3,7372	0,23284	17,165	3,4107	0,25585	0,9437009	0,8245699495
6	Батыревский	386	5,8168	0,28733	17,868	3,5504	0,26085	5,8401836	0,9999981860
7	Вурнарский	158	2,3810	0,18715	15,492	3,0782	0,24348	-2,2705522	0,0158659661
8	Ибресинский	68	1,0247	0,12363	15,754	3,1304	0,24547	-7,661367	0,0000000198
9	Канашский	134	2,0193	0,17267	13,967	2,7752	0,23155	-2,6171624	0,0074120112
10	Козловский	119	1,7932	0,16291	20,868	4,1466	0,28103	-7,2447464	0,0000000545
11	Комсомольский	347	5,2291	0,27327	15,724	3,1245	0,24524	5,7317245	0,9999975866
12	Красноармейский	336	5,0633	0,26914	19,697	3,9138	0,27336	2,9964355	0,9970572731
13	Красночетайский	301	4,5359	0,25544	20,497	4,0727	0,27862	1,2252894	0,8851445513
14	Марпосадский	390	5,8770	0,28872	17,200	3,4176	0,25610	6,3726076	0,9999995347
15	Моргаушский	232	3,4961	0,22548	20,868	4,1466	0,28103	-1,8054732	0,0417378300
16	Порецкий	357	5,3797	0,27696	28,753	5,7134	0,32717	-0,77829	0,2241199791
17	Урмарский	268	4,0386	0,24166	19,711	3,9167	0,27345	0,3340049	0,6317059664
18	Цивильский	337	5,0784	0,26952	18,801	3,7359	0,26732	3,5365568	0,9992339481
19	Чебоксарский	237	3,5714	0,22781	15,284	3,0370	0,24189	1,6084754	0,9402631297
20	Шемуршинский	157	2,3659	0,18657	17,781	3,5331	0,26024	-3,6452276	0,0005932969
21	Шумерлинский	204	3,0741	0,21190	20,525	4,0783	0,27880	-2,867544	0,0041223667
22	Ядринский	433	6,5250	0,30317	21,153	4,2030	0,28285	5,6001138	0,9999966140
23	Яльчикский	469	7,0675	0,31460	16,496	3,2779	0,25099	9,4162092	0,9999999996
24	Янтиковский	138	2,0796	0,17517	12,783	2,5400	0,22178	-1,6291541	0,0586498170
25	г. Алатырь	229	3,4509	0,22407	23,837	4,7364	0,29943	-3,4374397	0,0010127130
26	г. Канаш	203	3,0591	0,21140	20,731	4,1193	0,28014	-3,0208775	0,0028031016
27	г. Новочебоксарск	244	3,6769	0,23102	19,873	3,9488	0,27453	-0,7576944	0,2299940595
28	г. Чебоксары	208	3,1344	0,21390	25,166	5,0006	0,30724	-4,9850003	0,0000177129
29	г. Шумерля	204	3,0741	0,21190	19,797	3,9337	0,27402	-2,4813265	0,0099691500
30	Всего по Чувашии	251	3,7824	0,23418	20,361	4,0457	0,27774		
31	Сумма показателей	6636			503,266				
32	Средняя выборочная	255,231			19,356				

Из табл. 1 видно, что достаточное значение t , равное 5 и более, у 8 районов (Алатырский, Батыревский, Ибресинский, Козловский, Комсомольский, Марпосадский, Ядринский, Яльчикский). Именно эти районы дают большие веса в различии характера возникновения и течения заболеваний (БСК и онкологии) и сильно контрастируют на общем эпидемиологическом фоне с другими районами и даже городами Чувашии. Их суммарный вес составляет более 56,42% в общем эпидемиологическом контрасте (сумма абсолютных значений t).

Выделенным шрифтом отмечены значения показателя заболеваемости в районах, имеющих сильные контрастные и достоверные различия в характере течения заболевания, и которые являются основой для перестроения всех остальных показателей в других районах.

В соответствии с табл. 1 сформируем исходные данные в табл. 2 для формирования множества векторов ненатурального равномерного двоичного кода G длины n с ошибкой кратности t , определенным количеством информационных разрядов k , расстоянием в смысле Хэмминга d_{\min} , описывающие характер БСК. Методом наименьших квадратов [4] оценим коэффициенты C_1, C_2 уравнения спирали $v(\rho, \theta) = \rho + C_1 \cdot \theta + C_2$ с учетом критерия максимального приближения к построенным точкам. Запишем значения $C\Sigma, C_1, C_2, n, t, k$,

d_{min} в виде табл. 2. Определим значение $C_{\Sigma} = C_1 \cdot C_2$ для двух фаз формирования векторов кода G [1].

Таблица 2

Основные параметры алгоритма построения образа обратного развития заболевания БСК организма человека и его представление по двум разнохарактерным группам исследования на основе построения множества двоичных векторов

Административная территория	C_{\square}	C_1	C_2	n	t	k	d_{min}
Алатырский район	-14,45	-0,994	14,533	35	5	15	8
Батыревский район	-1,85	-0,118	15,614	58	6	34	8
Ибресинский район	1,99	0,239	8,333	20	8	4	8
Козловский район	-2,31	-0,239	9,667	20	7	4	8
Комсомольский район	30,22	-1,194	25,300	52	6	4	8
Марпосадский район	15,37	0,764	20,109	59	6	11	8
Ядринский район	8,95	0,431	20,743	65	6	17	8
Яльчикский район	17,64	0,852	20,690	71	9	35	8

В табл. 2 представлены параметры сгенерированных фаз состояния процесса неразвития и характера течения заболеваний БСК на 8 административных территориях.

Для генерации ненатурального двоичного кода можно использовать разные схемы. Самой распространенной является выборка векторов искомого кода G из линейного группового кода (ЛГК) [7]. И в этом случае также возможны разные алгоритмы подбора подходящих массивов векторов. Мы использовали автоматизированный прием выборки ненатурального кода из ЛГК, порождаемого матрицей на основе программы, разработанной профессором кафедры технологии роботизированного производства Чувацкого госуниверситета Ивановым А.Г. [2] Особенностью этой программы является универсальность алгоритма генерации двоичных векторов в диапазоне $n = 20 \dots 100$, $t = 1 \dots 10$, $d_{min} = 4 \dots 10$. Требуется подготовить данные таким образом, чтобы они попали в этот диапазон. Можно рекомендовать использовать другие алгоритмы генерации, например используя циклические коды [7].

Рассмотрим сеанс работы программы generic.exe при генерации векторов ненатурального двоичного кода G, размещаемых на фазовой плоскости в полярной системе отсчета, описывающего характер болезней систем кровообращения (БСК) с параметрами, записанными в табл. 2.

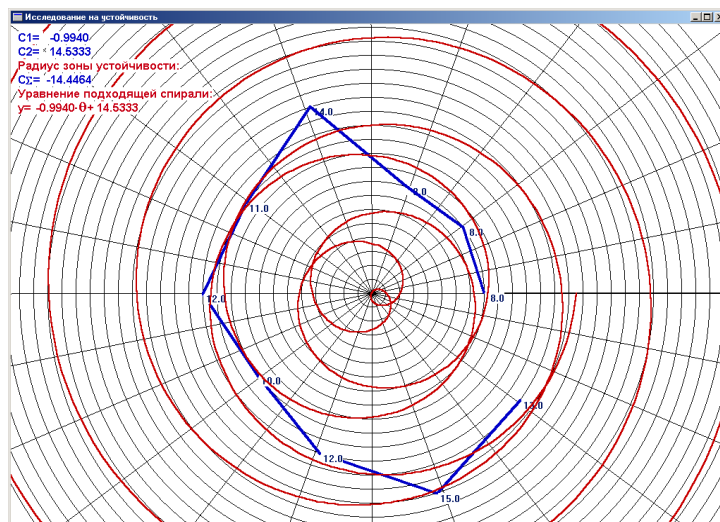


Рис. 1. Сеанс работы программы *spiral.exe* при генерации метрического пространства на основе спиралей на фазовой плоскости в полярной системе отсчета, описывающего характер БСК по Алатырскому району

Отобразим точки в полярной системе отсчета (рис. 1), соответствующие искаженным векторам кода, радиус $\rho = d_{\min}$, а угол определяется рассеянием точек в диапазоне $\theta = 0 \dots 2\pi$. Отобразим все фазы для построения образа на лепестковой диаграмме (рис. 2). Далее рассмотрим образ обратного развития заболевания БСК человека и его представление в виде лепестковой формы, отклоняющейся к центру в область отрицательных, соответствующих устойчивому характеру стабильного, корневого, здорового состояния организма, представленный на рис. 2. Величина и сила отклонения лепестка и его привязка к административным региональным влияниям четко просматривается на рисунке. Алатырский район, имеющий устойчивый синдром к БСК, создает контрасты с группой районов, менее устойчивых к заболеваниям БСК (Батыревский, Ибресинский, Козловский), нейтральных к корневному влиянию на развитие более устойчивой ситуации. Но контраст устойчивого, стабильного развития ситуации, обратного развития заболеваний вдвое меньше деструктивного контраста Комсомольского группового фактора и равен по весу деструктивному контрасту в Яльчикском, Ядринском и Мариинско-Посадском районах.

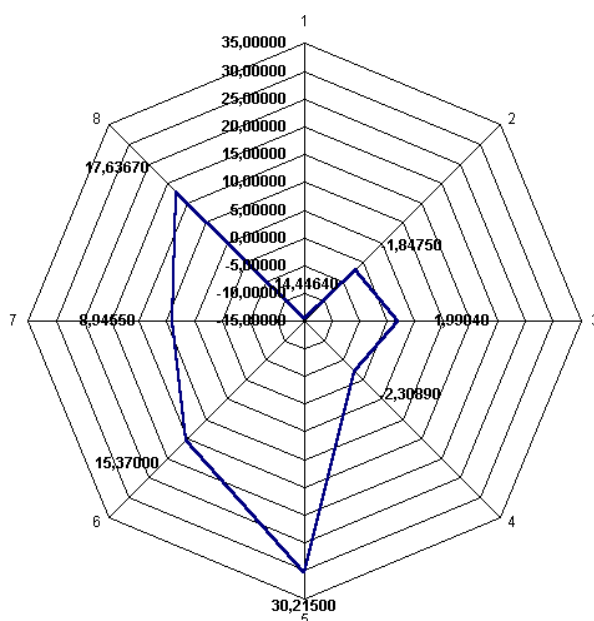


Рис. 2. Образ обратного развития заболевания (БСК) человека и его представление в виде лепестковой формы, отклоняющейся к центру в область отрицательных, соответствующих устойчивому характеру стабильного, корневого, здорового состояния организма

Выводы

1. Анализируя образ обратного развития заболевания (болезней систем кровообращения) человека и его представление в виде лепестковой формы, можно отметить сценарий сворачивания всех негативных, растущих в положительную сторону лепестков. Это сценарий обратного развития заболевания. Он соответствует искоренению различий, контрастов в процессах разнохарактерных (по разным нозологиям заболеваний) групп исследования. Математически надо создать условия для выборочного уменьшения значений t (равные 5 и более), которые достоверны и достаточны для контрастного геометрического построения образа лепестка. Практически – выполнить мероприятия, медико-организационные меры, разрешающие отличия в разнохарактерных группах больных. Уменьшение размеров лепестков будет соответствовать оздоровлению ситуации в районах и в целом в регионе. Фазовое приближение к центру, в область нуля и отрицательных значений – характерно описывает образ обратного развития заболевания человека.

2. Отклонение формы, определяющей образ обратного развития заболевания человека и его представление в виде лепестковой формы, к центру, в область отрицательных значений соответствует устойчивому характеру стабильного, корневого, здорового состояния организма.

Список литературы

1. Иванов А.Г. Введение в теорию развития характеров // Сб. тр. чтений в день памяти учителей Словенских Кирилла и Мефодия – Междунар. междисциплинар. научн. конф. «Первое исконно русское слово – в начале нашего машиноведения», 23–24 мая 2008 г. – Чебоксары : Чув. гос. ун-т, 2008. – С. 63–70.
2. Иванов А.Г., Герасимова Л.И., Шувалова Н.В. Математические модели и численные расчеты в оценке показателей общественного здоровья : учебное пособие. – Чебоксары : АУ Чувашии ИУВ, 2012. – 66 с.
3. Кардиология. Национальное руководство / под ред. Ю.Н. Беленкова, Р.Г. Оганова. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2008. - 1232 с.
4. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике. Для науч. работников и инженеров / пер. с амер. изд. ; под. общ. ред. И.Г. Арамановича. – М. : Наука, 1977. - 832 с.
5. О состоянии здоровья населения Российской Федерации в 2010 году : Государственный доклад. - М., 2011. - С. 38.
6. Общественное здоровье и здравоохранение / О.П. Щепин и др. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2011. - 592 с.
7. Прикладная теория цифровых автоматов / К.Г. Самофалов, А.М. Романкевич, В.Н. Валуйский, Ю.С. Каневский, М.М. Пиневиц. – Киев : Вища шк., 1987. – 375 с.
8. Прогнозирование уровня заболеваемости и смертности от болезней системы кровообращения на региональном уровне на основе его многофазного математического моделирования : медицинский альманах / Иванов А.Г., Герасимова Л.И., Денисова Т.Г., Викторова Л.В. – Н. Новгород, 2012. - № 3. - С. 20-24.

Рецензенты:

Алексеев Григорий Алексеевич, доктор медицинских наук, профессор кафедры общественного здоровья и здравоохранения АУ Чувашии «Институт усовершенствования врачей» Минздравсоцразвития Чувашии, г. Чебоксары.

Денисова Тамара Геннадьевна, доктор медицинских наук, доцент, проректор по научной работе и международным связям АУ Чувашии Чувашской Республики «Институт усовершенствования врачей» Минздравсоцразвития Чувашии, г. Чебоксары.