

УДК 681.3

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОСТИЧЕСКОЕ ОЦЕНИВАНИЕ РЕГИОНАЛЬНОЙ РАСПРОСТРАНЕННОСТИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

¹Гафанович Е.Я., ²Коровин Е.Н., ³Львович И.Я., ¹Соколов И.М.

¹ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского Минздрава России», Саратов, e-mail: lvovicha@mail.ru;

²ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет» Минобрнауки России, Воронеж, e-mail: korovin@saums.vorstu.ru;

³АНОО ВПО «Воронежский институт высоких технологий», e-mail: office@vivr.ru, Панъевропейский университет, Словакия (Братислава)

В статье приведены результаты анализа региональной распространенности сердечно-сосудистых заболеваний с применением математического и компьютерного моделирования. Систематизация эпидемиологического состояния осуществляется с учетом территориальной распределенности первичной статистической информации. На первом этапе проведено сравнение распространенности заболеваний системы кровообращения населения, проживающего в региональном центре и субрегиональных образованиях, рассмотрено соотношение между тремя нозологиями: артериальная гипертония, стенокардия и острый инфаркт миокарда. Особое внимание уделено использованию геоинформационной системы для картографической классификации районов распространенности артериальной гипертонии. Проведено прогнозирование динамики распространенности, что позволило на основе ранжирования субрегиональных образований по росту или снижению рассматриваемого показателя разработать мероприятия по совершенствованию медицинской помощи населению.

Ключевые слова: сердечно-сосудистые заболевания, региональная распространенность, классификация, прогнозирование

COMPUTER MODELING AND PROGNOSTIC EVALUATION OF CARDIOVASCULAR DISEASE REGIONAL PREVALENCE

¹Gafanovich E.Y., ²Korovin E.N., ³Lvovich I.Y., ¹Sokolov I.M.

¹Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky, Ministry of Health of the Russian Federation, Saratov, e-mail: lvovicha@mail.ru;

²Voronezh State Technical University of the Ministry of Education of Russia, Voronezh, e-mail: korovin@saums.vorstu.ru;

³Voronezh Institute of High Technologies, Voronezh, e-mail: office@vivr.ru, Paneuropean University, Bratislava, Slovakia

The subject of the article is the results of the analysis of the regional prevalence of cardiovascular disease with the use of mathematical and computer modeling. Systematization of the epidemiological status is based on territorial distribution, the primary statistical information. At the first stage there was compared the regional prevalence of diseases of the circulatory system of people living in regional and sub-regional centres as well as the correlation between the three nosologies: arterial hypertension, breast pang and acute myocardial infarction was examined. Particular attention was paid to the use of geographic information system for cartographical classification of arterial hypertension areas of prevalence. Forecasting of its prevalence dynamics was conducted, that allowed developing of the measures of medical care improvement based on the ranking of sub-regional centres on the growth or decline of the above mentioned indicator.

Keywords: cardiovascular disease, regional prevalence, classification, forecasting

Повышение эффективности медицинской помощи больным сердечно-сосудистыми заболеваниями в большой степени зависит от достоверности анализа региональной распространенности с учетом территориальной распределенности первичной информации.

В условиях интенсификации использования компьютерных технологий традиционные статистические методы [1, 9] исследований дополняются возможностью применения геоинформационных систем и других инструментальных средств визуальной трансформации исходных данных и результатов моделирования [3, 4] для

прогнозирования эпидемиологического состояния [8, 10]. Комплексный подход способствует принятию более обоснованных управленческих решений в системе регионального здравоохранения [7, 2].

Целью настоящего исследования является формирование достоверных прогностических оценок территориальной распространенности сердечно-сосудистых заболеваний с использованием сравнительного визуального анализа, классификационного моделирования по результатам картографической трансформации первичной информации и анализа динамики временных рядов.

На первом этапе было оценено соотношение основных сердечно-сосудистых заболеваний по Саратовской области и городу Саратову с использованием визуальной трансформации исходных данных (рис. 1). Из полученной ги-

стограммы видно, что распространенность сердечно-сосудистых заболеваний в городе Саратове выше, чем по области, также стоит отметить, что среди этих заболеваний наиболее распространена артериальная гипертония.

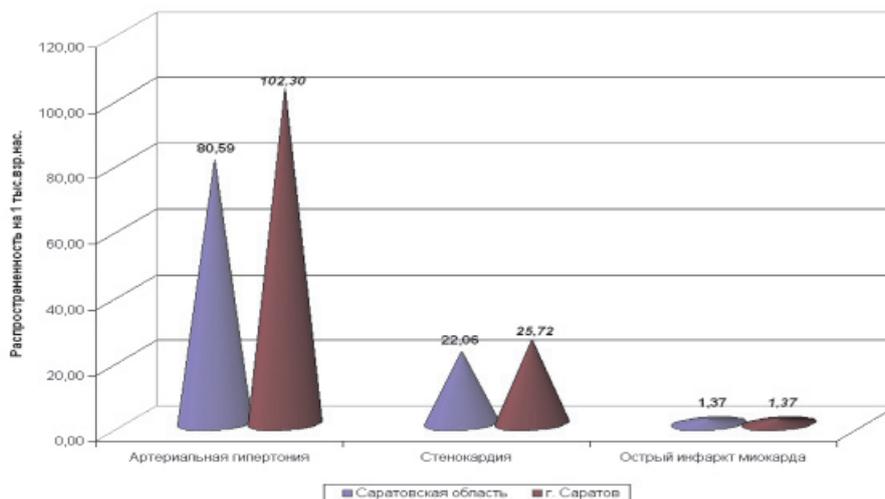


Рис. 1. Соотношение заболеваний системы кровообращения в регионе

Использование ГИС [6] позволяет установить новые зависимости между выборками медицинских и географических данных, их пространственного анализа и представляет пользователю возможность оптимизировать процесс выбора стратегий в составлении плана лечебно-профилактических мероприятий. Геоинформационное моделирование проводилось с использованием пакета ArcView 3.0. Применение ГИС-вьюера ArcView 3.0 позволило более наглядно представить ситуацию по заболеваниям сердечно-сосудистой системы по районам Саратовской области.

На рис. 2 представлена картограмма, отражающая классификацию районов распространенности артериальной гипертонии.

Как показали исследования, проведенные при помощи ГИС-анализа, неблагоприятными районами по распространенности артериальной гипертонии являются Балаковский, Балашовский, Воскресенский, Духовницкий, Калининский и Хвалынский районы; по распространенности стенокардии – Ардакский, Саратовский и Хвалынский районы; по распространенности острого инфаркта миокарда – Балаковский, Балтайский и Лысогорский районы.

Для оценки динамики распространенности заболеваний сердечно-сосудистой системы были определены цепные коэффициенты роста $T_{цт} = (Y_t - Y_{t-1}) / Y_{t-1}^* \cdot 100$

и базисный прирост $T_b = (Y_t - Y_0) / Y_0^* \cdot 100$ [10].

Была получена оценка динамики распространенности различных сердечно-сосудистых заболеваний.

На рис. 3 представлена динамика распространенности АГ за шесть лет. Сведения о приросте по заболеваниям сердечно-сосудистой системы приведены в табл. 1.

Анализ динамики сердечно-сосудистых заболеваний по Саратовской области (табл. 1) показал, что по всем рассматриваемым нозологическим формам наблюдается увеличение распространенности сердечно-сосудистых заболеваний, особо стоит отметить рост распространенности артериальной гипертонии: по области на 68,05%, а по г. Саратову на 96,24%.

Для исследования дальнейшей тенденции распространения сердечно-сосудистых заболеваний по Саратовской области было проведено краткосрочное прогнозирование с применением метода экспоненциального сглаживания [10] на 2010–2012 гг. Прогнозирование осуществлялось при помощи пакета Statistica 5.0.

В качестве основной модели ряда рассматривается его представление в виде полинома невысокой степени, коэффициенты которого медленно меняются со временем:

$$y(t) = \alpha x(t) + (1 - \alpha)y(t - 1), \quad (1)$$

где α – параметр сглаживания.

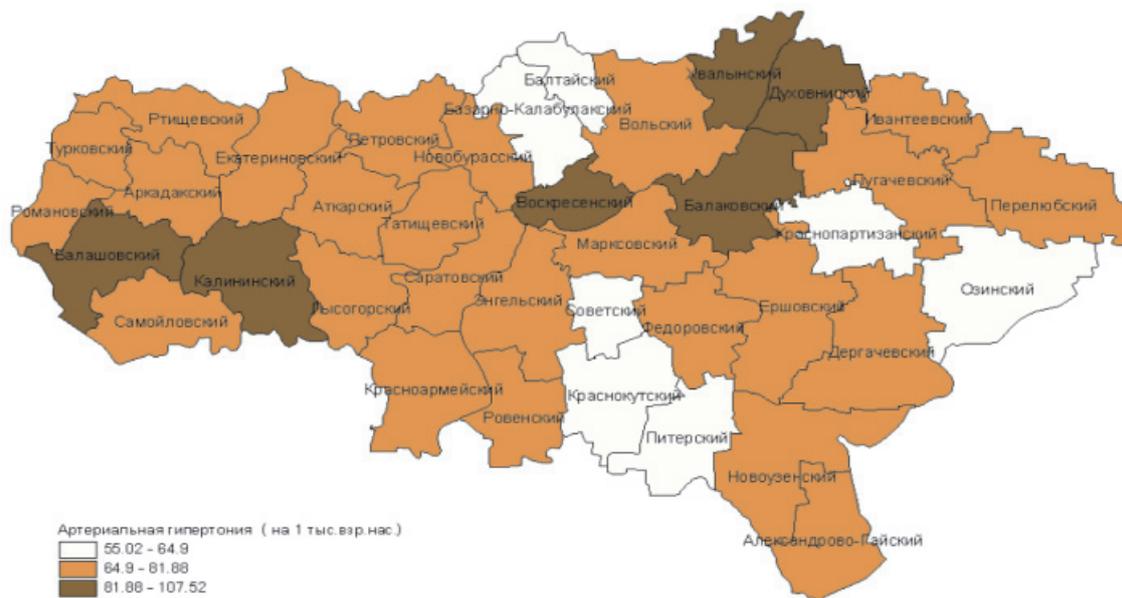


Рис. 2. Классификация районов Саратовской области по распространенности артериальной гипертонии

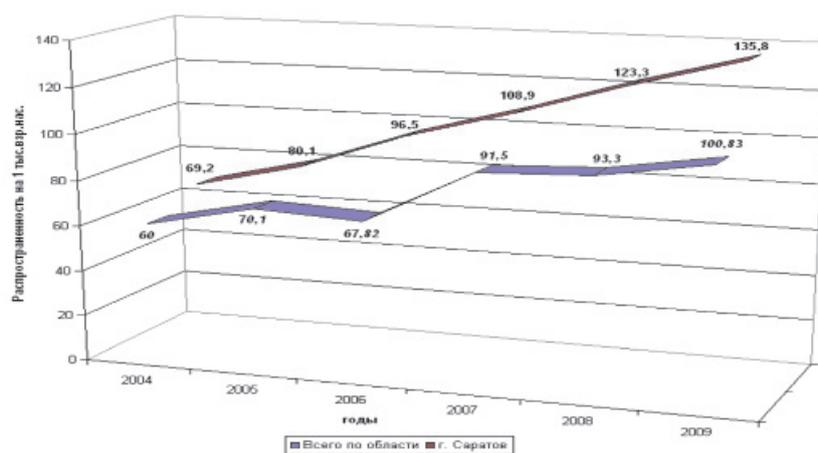


Рис. 3. Динамика распространенности артериальной гипертонии

Таблица 1

Темпы приростов сердечно-сосудистых заболеваний

№ п/п	Нозология	T ₂₀₀₅	T ₂₀₀₆	T ₂₀₀₇	T ₂₀₀₈	T ₂₀₀₉	T ₆	Тенденция
<i>Саратовская область</i>								
1	Артериальная гипертония	16,83	-3,25	34,92	1,97	8,07	68,05	+
2	Стенокардия	3,71	-8,60	41,91	-13,22	-3,00	13,23	+
3	Острый инфаркт миокарда	18,33	-2,11	-0,72	1,45	2,14	19,17	+
<i>Город Саратов</i>								
1	Артериальная гипертония	15,75	20,47	12,85	13,22	10,14	96,24	+
2	Стенокардия	9,42	6,97	1,15	1,52	5,60	26,91	+
3	Острый инфаркт миокарда	7,14	-6,67	0,00	-21,43	30,00	2,14	+

Начальное значение тренда зависит от его типа:

для экспоненциального тренда

$$s(0) = x(2) / x(1);$$

$$y(0) = \frac{x(1)}{\sqrt{s(0)}}; \quad (2)$$

для линейного тренда

$$s(0) = (x(n) - x(1)) / (n - 1);$$

$$y(0) = x(1) - s(0)/2; \quad (3)$$

для демпфированного (затухающего) тренда

$$s(0) = (1/\varphi) \cdot (x(n) - x(1)) / (n - 1);$$

$$y(0) = x(1) - s(0)/2, \quad (4)$$

где φ – параметр сглаживания демпфированного (затухающего) тренда.

На рис. 4 представлены результаты прогнозирования распространенности артериальной гипертонии по Саратовской области. Результаты краткосрочного прогнозирования показали, что в целом по Саратовской области и городу Саратову прогнозируется увеличение распространенности артериальной гипертонии.

Сводные данные по прогнозированию различных показателей по районам Саратовской области на 2010–2012 гг. приведены в табл. 2, где показано количество районов, в которых наблюдается рост или снижение рассматриваемого показателя.

Таким образом, установлено, что имеется тенденция к увеличению количества заболеваний артериальной гипертонией, рост которых прогнозируется в 37 районах Саратовской области из 39 районов (97,37%), прогнозируется также рост стенокардии (68,42%) и острого инфаркта миокарда (63,16%).

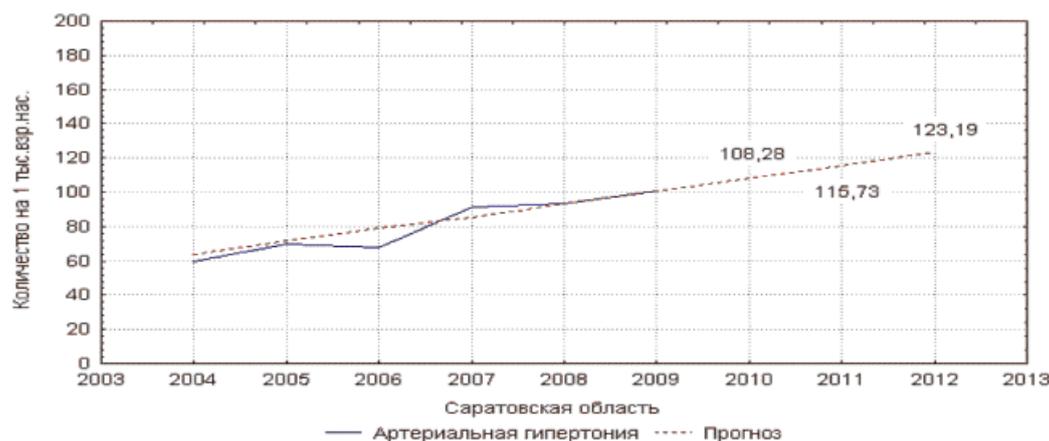


Рис. 4. Краткосрочный прогноз распространенности артериальной гипертонии по Саратовской области

Таблица 2

Сводные данные по прогнозированию различных показателей по районам Саратовской области на 2010–2012 гг.

Показатель	Прогноз на 2010–2012 гг.	
	Рост	Снижение
Артериальная гипертония	37 (97,37%)	1 (2,63%)
Стенокардия	26 (68,42%)	12 (31,58%)
Острый инфаркт миокарда	24 (63,16%)	14 (36,84%)
Общая смертность от болезней системы кровообращения	11 (28,95%)	27 (71,05%)
Смертность трудоспособного населения от болезней системы кровообращения	12 (31,58%)	26 (68,42%)

Анализ результатов прогнозирования и динамики развития ССЗ показал, что сочетание традиционных статистических методов и компьютерных технологий визуальной трансформации позволяет получить достоверные прогностические оценки для решения

задач разработки мероприятий совершенствования медицинской помощи, лечебно-диагностического процесса по различным нозологическим формам ССЗ и в первую очередь для артериальной гипертонии как имеющей наибольший удельный вес среди ССЗ (рис. 1).

Список литературы

1. Большаков А.А., Каримов Р.Н. Методы обработки многомерных данных и временных рядов: учеб. пособ. для вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 52 с.
2. Воробьева Н.А. Разработка интегрального показателя тяжести течения артериальной гипертензии / Н.А. Воробьева, А.П. Бабкин, О.Н. Чопоров // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2009. – Т.8, № 4. – С. 901–904.
3. Гафанович Е.Я., Коровин Е.Н. Исследование заболеваемости системы кровообращения в регионе на основе визуализации и трансформации информации // Системный анализ и управление в биомедицинских системах: журнал практической и теоретической биологии и медицины. – М., 2011. – Т. 10, № 4. – С.744–746.
4. Гладских Н.А. Применение статистических методов прогнозирования и ГИС-технологий для мониторинга системы регионального здравоохранения / Н.А. Гладских, В.А. Голуб, С.Н. Семенов, О.Н. Чопоров // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. – 2008. – № 1. – С. 111–116.
5. Каримов Р.Н., Шварц Ю.Г. Статистика для врачей, биологов и не только ... Часть I. Сбор, представление и предварительный анализ данных: монография. – Саратов: Саратовский мед. ун-т, 2007. – 200 с.
6. Кошкарёв А.В., Тикуннов В.С. Геоинформатика. – М.: Картгеоцентр, 1993. – 213 с.
7. Львович Е.Я. Многоуровневая система управления медицинской помощью больным артериальной гипертензией // Системный анализ и управление в биомедицинских системах: журнал практической и теоретической биологии и медицины. – М., 2007. – Т. 6, № 1. – С. 209–212.
8. Лифшиц В.Б., Булдакова Т.И., Суятинов С.И., Колентьев С.В. Статистический и нейросетевой методы идентификации и прогнозирования в медицине // Информационные технологии. – М., 2004. – № 3. – С. 60–63.
9. Чопоров О.Н. Методы предварительной обработки информации при системном анализе и моделировании медицинских систем / О.Н. Чопоров, Н.В. Наумов, Л.А. Куташова, А.И. Агарков // Врач-аспирант. – 2012. – Т.55, № 6.2. – С. 382–390.
10. Чопоров О.Н. Рационализация управления региональными системами на основе использования методов системного анализа, информационных и ГИС-технологий / О.Н. Чопоров, Н.А. Гладских, С.С. Пронин [и др.] // Прикладные информационные аспекты медицины. – 2007. – № 102. – С. 15–19.

References

1. Bolshakov A.A., Karimov R.N. Metody obrabotki mnogomernykh dannykh i vremennykh ryadov. Ucheb.posob. dlya vuzov. M.: Goryachaya liniya Telekom, 2007. 52 p.

2. Vorobyeva N.A. Razrabotka integralnogo pokazatelya tyazhesti techeniya arterialnoy gipertonii / N.A. Vorobyeva, A.P. Babkin, O.N. Choporov // Sistemny analiz i upravleniye v biomeditsinskikh sistemakh. 2009. T.8, no. 4. pp. 901–904.

3. Gafanovich Ye.Ya., Korovin Ye.N. Issledovaniye zabolevayemosti sistemy krovoobrashche-niya v regione na osnove vizualizatsii i transformatsii informatsii//Sistemny analiz i upravleniye v biomeditsinskikh sistemakh: zhurnal prakticheskoy i teoreticheskoy biologii i meditsiny. M., 2011. Tom 10, no. 4. pp. 744–746.

4. Gladskikh N.A. Primeneniye statisticheskikh metodov prognozirovaniya i GIS-tekhnologiy dlya monitoringa sistemy regionalnogo zdravookhraneniya / N.A. Gladskikh, V.A. Golub, S.N. Semenov, O.N. Choporov // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universite-ta. Seriya: Sistemny analiz i informatsionnye tekhnologii. 2008. no. 1. pp. 111–116.

5. Karimov R.N., Shvarts Yu.G. Statistika dlya vrachey, biologov i ne tolko ... ChastI. Sbor, predstavleniye i predvaritelny analiz dannykh: monografiya: Saratov. Saratovskiy med.un-t, 2007. 200 p.

6. Koshkarev A.V., Tikunov V.S. Geoinformatika. M.: Kartgeotsentr, 1993. 213 p.

7. Lvovich Ye.Ya. Mnogourovnevaya sistema upravleniya meditsinskoy pomoshchyu bolnym arterialnoy gipertenziyey// Sistemny analiz i upravleniye v biomeditsinskikh sistemakh: zhurnal prakticheskoy i teoreticheskoy biologii i meditsiny. M., 2007. Tom 6, no. 1. pp. 209–212.

8. Lifshits V.B., Buldakova T.I., Suyatinov S.I., Kolent'ev S.V. Statistichesky i ney-rosetevoy metody identifikatsii i prognozirovaniya v meditsine.// Informatsionnye tekhnologii. M., 2004. no. 3. pp. 60–63.

9. Choporov O.N. Metody predvaritelnoy obrabotki informatsii pri sistemnom ana-lize i modelirovani meditsinskikh sistem / O.N. Choporov, N.V. Naumov, L.A. Kutashova, A.I. Agarkov // Vrach-aspirant. 2012. T.55, no. 6.2. pp. 382–390.

10. Choporov O.N. Ratsionalizatsiya upravleniya regionalnymi sistemami na osnove is-polzovaniya metodov sistemnogo analiza, informatsionnykh i GIS-tekhnologiy / O.N. Choporov, N.A. Gladskikh, S.S. Pronin [i dr.]// Prikladnye informatsionnye aspekty meditsiny. 2007. no. 102. pp. 15–19.

Рецензенты:

Разинкин К.А., д.т.н., доцент, профессор кафедры технологических и автоматизированных систем электронного машиностроения Воронежского государственного технического университета, г. Воронеж;

Чопоров О.Н., д.т.н., профессор, проректор по научной работе Воронежского института высоких технологий, г. Воронеж.
Работа поступила в редакцию 16.09.2013.