



ПРОГРАММНО- ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ

Н.С. РОГОЗИНСКАЯ, Л.М. КОЗАК

УДК 314.18+519.248

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

Ключевые слова: *информационные технологии в медицине, математические модели, медицинская статистика, система сбалансированных показателей, алгоритм определения состояния здоровья населения, организация здравоохранения.*

ВВЕДЕНИЕ

Система контроля и управления в области здравоохранения должна обеспечивать мониторинг и исследование основных рисков состояния здоровья населения, давать возможность прогнозировать изменения в предоставлении медицинской помощи, создавать информационную основу для принятия управленческих решений и оценивания эффекта внедрения новых методов и технологий. Такая система должна быть интегрирована в телемедицинский комплекс, т.е. в среду информационных технологий, программных продуктов и методов, которые в настоящее время находятся на этапе развития и внедрения, способствующих повышению эффективности медицинского обеспечения.

Системное исследование здоровья населения различных регионов предоставляет новые возможности для оценивания эффективности и планирования изменений. Поэтому формирование и обоснование комплекса показателей как основы информационного обеспечения мониторинга состояния здоровья населения — одна из наиболее актуальных задач в управлении здравоохранением. Показатели заболеваемости, распространенности и смертности вследствие заболеваний, которые применяют для исследования состояния здоровья населения, отражают, в частности, качество медицинского обеспечения, профилактической деятельности, раннего выявления заболеваний, применяемых методов лечения и прочее. Для лучшего отображения взаимосвязи между этими тремя показателями медицинской статистики в настоящей работе предлагается комплексный индикатор «оценка смертности вследствие заболевания» [1], характеризующий риск причинной смертности с учетом существующего уровня заболеваемости.

Рассматриваемый комплексный индикатор позволяет оценить различия в состоянии здоровья населения с учетом заболеваемости и смертности на всех уровнях здравоохранения, на которых проводится сбор статистических показателей — это может быть уровень отдельного учреждения здравоохранения, города, района, области, страны и т.д. Однако для сравнения на уровне управления в различных регионах целесообразно использовать интегральный показатель, который, объединяя комплексные показатели оценки смертности вследствие заболеваний по основ-

© Н.С. Рогозинская, Л.М. Козак, 2013

ным нозологическим группам, позволяет оценить общее состояние здоровья населения, классифицировать регионы и выделить области с наименее удовлетворительным состоянием здоровья населения для принятия управленческих мер.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Информационное обеспечение системы мониторинга состояния здоровья населения, являющееся начальным блоком системы управления в здравоохранении, базируется на применении комплекса индикаторов — сбалансированных информативных показателей. Отличительной чертой системы сбалансированных индикаторов для оценивания эффективности в любой сфере хозяйственной деятельности является взвешенный баланс отсроченных и предупреждающих оценок, которые отражают количественные и качественные изменения. Кроме того, для адекватного прогнозирования будущего положения обязательно должно учитываться текущее состояние объекта. Для анализа состояния здоровья населения Украины в работе предлагается оценивать распространенность, заболеваемость и смертность вследствие заболеваний, которые представляют наибольшую опасность для общества.

По материалам медико-статистических отчетов за 2011 г. определен перечень заболеваний, которые явились основными причинами смертности и наиболее распространены среди населения Украины [2, 3]. В этот перечень вошли: 1) заболевания системы кровообращения, 2) органов дыхания, 3) мочеполовой системы, 4) злокачественные новообразования, 5) все формы активного туберкулеза, 6) сахарный диабет, 7) заболевания нервной системы, 8) органов пищеварения.

Для всех исследуемых нозологий рассчитаны значения предложенного комплексного индикатора «оценка смертности вследствие заболевания» с учетом существующего уровня заболеваемости (ED_{DIS}):

$$ED_{DIS} = \frac{DR_{DIS}}{DIS} \cdot DIS_{NEW}, \quad (1)$$

где DR_{DIS} — смертность вследствие заболевания; DIS — распространенность заболевания; DIS_{NEW} — заболеваемость (на 100 тыс. населения).

Использование комплексного индикатора предусматривает возможность не только оценивания текущего состояния здоровья населения с учетом заболеваемости и смертности, но и анализа динамики этого состояния. Кроме того, такое исследование может быть автоматизировано методами математического моделирования и оценки статистических критериев.

В предыдущих исследованиях динамики комплексных индикаторов «относительная младенческая смертность» в странах Европейского региона ВООЗ мы определили зависимость уровня этого комплексного индикатора от экономического показателя — объема финансирования здравоохранения [4]. Согласно результатам исследования доля младенческой смертности в составе общей смертности может быть снижена до определенного порогового значения посредством регулирования отчислений на здравоохранение. Изучение динамики комплексных индикаторов «оценка смертности вследствие заболевания», учитывающих существующий уровень заболеваемости, в зависимости от изменений социально-экономических характеристик также представляет практический интерес. В данной работе приведены результаты анализа взаимосвязей динамики комплексных индикаторов «оценка смертности вследствие заболевания» по восьми исследуемым нозологиям с динамикой следующих показателей: регионального валового продукта (РВП) за год, который характеризует благосостояние определенного региона; годовых реальных доходов на душу населения (РД), которые показывают экономическое состояние населения; количества врачей (КВ), кото-

рое характеризует обеспечение здравоохранения; плотности населения (ПН), которая является важной характеристикой санитарного состояния населения.

Предложенные комплексные индикаторы могут служить основой критериев оценки как состояния здоровья населения, так и эффективности деятельности отдельных звеньев системы здравоохранения для принятия решений в управлении.

Цель работы — формирование основы информационного обеспечения автоматизированного мониторинга в здравоохранении — алгоритма оценивания состояния здоровья населения, который основывается на комплексных показателях и интегральной оценке смертности вследствие заболеваний по восьми выделенным нозологиям и включает в себя математическое моделирование изменения этих показателей.

Данные о заболеваемости, распространенности и смертности вследствие заболеваний по исследуемым восьми нозологиям (на 100 тыс. населения определенного региона), а также социально-экономические характеристики за 2004–2011 гг. взяты из открытых источников [3, 5]. Значения показателей РВП и РД переведены в доллар-эквивалент по курсу на 1 июля каждого года исследуемого периода.

Сформированы однородные массивы данных для 26 территориальных единиц Украины (регионов): 24 областей, АР Крым и Украины в целом. Проведен первичный статистический анализ выборок, при котором определено, что распределение вероятности данных является приближенным к нормальному, а вариабельность в рядах данных можно считать незначительной.

Построены регрессионные модели динамики значений комплексного индикатора «оценка смертности вследствие заболевания», статистически достоверные для большинства из 26 исследуемых регионов. Изучение параметров моделей позволяет оценить начальный уровень, направление и скорость изменения комплексных индикаторов, а также провести сравнение этих величин для различных регионов.

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ КОМПЛЕКСНОГО ИНДИКАТОРА «ОЦЕНКА СМЕРТНОСТИ ВСЛЕДСТВИЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ»

Экспоненциальные регрессии наиболее достоверно (коэффициент детерминации $R^2 \geq 0.6$; уровень значимости $p \leq 0.05$) описывают динамику комплексных индикаторов для большинства исследуемых регионов по следующим нозологическим группам (табл. 1):

- заболевания системы кровообращения — достоверные модели определены для 18 из 26 исследуемых регионов;
- заболевания органов дыхания — для 23 из 26 исследуемых регионов;
- заболевания мочеполовой системы — для 17 из 26 регионов;
- злокачественные новообразования — для 21 из 26 исследуемых регионов;
- все формы активного туберкулеза — для 14 из 26 регионов.

Предложенные экспоненциальные модели описываются выражением

$$ED_{DIS} = ae^{bt}, \quad (2)$$

где ED_{DIS} — комплексный индикатор «оценка смертности вследствие заболевания» с учетом существующего уровня заболеваемости, на 100 тыс. населения; a, b — параметры регрессионных моделей, определяющие соответственно уровень и ускорение изменения значений комплексного индикатора; t — время, годы ($t = 1..8$ для периода 2004–2011 гг.).

По результатам анализа параметров регрессионных моделей динамики комплексных индикаторов «оценка смертности вследствие заболевания» по пяти различным нозологиям за 2004–2011 гг. (табл. 1) определены начальные уровни, от-

личия в направлении и скорости динамики комплексных индикаторов. Анализ соотношения параметров временных регрессий позволил оценить возможность улучшения состояния здоровья населения в каждом рассмотренном регионе в ближайшее время. Однако для обнаружения механизмов регулирования состояния здоровья населения с учетом заболеваемости и смертности вследствие исследуемых заболеваний необходимо оценить изменение комплексных индикаторов «оценка смертности вследствие заболевания» в зависимости от социально-экономических показателей.

Таблица 1. Параметры моделей (a , b) динамики комплексного индикатора «оценка смертности вследствие заболевания»

Регион	Заболевания системы кровообращения		Заболевания органов дыхания		Злокачественные новообразования		Все формы активного туберкулеза		Заболевания мочеполовой системы	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Украина	113.49	-0.03	53.86	-0.06	36.15	-0.03	9.93	-0.05	4.15	-0.04
АР Крым	—	—	45.48	-0.09	34.26	-0.04	—	—	—	—
Винницкая	162.55	-0.06	49.99	-0.09	30.93	-0.02	—	—	2.35	-0.06
Волынская	97.01	-0.03	126.89	-0.09	25.99	-0.03	10.64	-0.10	—	—
Днепропетровская	115.27	-0.03	61.57	-0.07	41.44	-0.02	—	—	6.86	-0.03
Донецкая	126.79	-0.03	44.10	-0.06	39.31	-0.02	—	—	3.39	-0.03
Житомирская	—	—	57.92	-0.04	36.37	-0.03	7.30	-0.04	3.81	-0.07
Закарпатская	141.18	-0.08	43.14	-0.07	31.85	-0.04	8.89	-0.10	2.71	-0.08
Запорожская	—	—	44.51	-0.04	44.52	-0.01	12.15	-0.05	—	—
Ивано-Франковская	139.85	-0.04	95.07	-0.19	32.96	-0.02	—	—	3.54	-0.07
Киевская	103.92	-0.03	39.03	-0.07	40.09	-0.04	—	—	2.96	-0.02
Кировоградская	84.04	-0.02	58.43	-0.05	55.68	-0.03	15.43	-0.06	7.94	-0.13
Луганская	72.88	-0.02	73.75	-0.04	36.46	-0.02	19.40	-0.05	—	—
Львовская	—	—	65.20	-0.07	—	—	—	—	3.99	-0.07
Николаевская	64.87	0.06	38.11	-0.07	—	—	—	—	4.08	-0.06
Одесская	118.05	-0.03	44.16	-0.06	42.55	-0.06	17.98	-0.09	—	—
Полтавская	107.59	-0.05	—	—	—	—	—	—	—	—
Ровненская	131.12	-0.03	37.72	-0.10	32.79	-0.03	8.57	-0.08	4.38	-0.12
Сумская	—	—	74.00	-0.05	—	—	—	—	3.35	-0.04
Тернопольская	—	—	72.71	-0.03	32.52	-0.03	—	—	3.32	-0.06
Харьковская	214.50	-0.05	28.77	-0.05	—	—	11.35	-0.09	—	—
Херсонская	102.37	-0.03	—	—	36.66	-0.02	24.45	-0.14	—	—
Хмельницкая	—	—	66.70	-0.04	41.11	-0.02	6.27	-0.09	6.92	-0.12
Черкасская	130.31	-0.05	—	—	36.62	-0.04	—	—	5.39	-0.07
Черновицкая	—	—	49.55	-0.06	32.13	-0.04	5.29	-0.04	—	—
Черниговская	160.23	-0.04	86.68	-0.09	38.78	-0.02	11.45	-0.08	4.36	-0.08

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ ИЗМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ ИНДИКАТОРОВ И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Для комплексных индикаторов по восьми исследуемым нозологиям построены модели зависимости от социально-экономических характеристик. По статистическим характеристикам (коэффициент детерминации $R^2 \geq 0.5$; уровень значимости $p \leq 0.05$, табл. 2) выбраны модели, наиболее достоверно описывающие динамику в большинстве исследуемых регионов.

В данной работе представлен анализ моделей изменения комплексных индикаторов «оценка смертности вследствие заболевания» для заболеваний органов дыхания, мочеполовой системы и злокачественными новообразованиями в зависимости от РД. Статистически достоверные модели зависимости комплексных индикаторов по остальным исследуемым нозологиям от анализируемых социально-экономических характеристик для большинства регионов не найдены.

Таблица 2. Характеристики регрессионных моделей и расчетные значения РД

Регион	Заболевания органов дыхания				Злокачественные новообразования				Заболевания мочеполовой системы			
	R^2	p	РД 2011 г.	Расчетный РД	R^2	p	РД 2011 г.	Расчетный РД	R^2	p	РД 2011 г.	Расчетный РД
Украина	0.6	0.02	2665.62	5089.13	0.8	$3 \cdot 10^{-3}$	2665.62	4999.01	0.8	$2 \cdot 10^{-3}$	2665.62	4102.45
АР Крым	0.5	0.06	2209.34	—	0.8	$4 \cdot 10^{-3}$	2209.34	3726.01	0.0	0.69	2209.34	—
Винницкая	0.4	0.07	2343.28	—	0.3	0.16	2343.28	—	0.7	0.01	2343.28	2471.53
Волынская	0.8	0.00	2056.12	2863.61	0.7	0.01	2056.12	3634.45	0.0	0.79	2056.12	—
Днепропетровская	0.4	0.08	2976.03	—	0.6	0.02	2976.03	4143.68	0.5	0.04	2976.03	8333.65
Донецкая	0.5	0.05	3088.78	6131.23	0.8	$4 \cdot 10^{-3}$	3088.78	6347.61	0.5	0.06	3088.78	—
Житомирская	0.6	0.02	2311.78	5353.79	0.8	$4 \cdot 10^{-3}$	2311.78	3550.13	0.6	0.02	2311.78	2577.94
Закарпатская	0.5	0.07	1839.37	—	0.8	$3 \cdot 10^{-3}$	1839.37	2251.53	0.6	0.03	1839.37	1846.15
Запорожская	0.5	0.05	2903.12	5616.48	0.5	0.05	2903.12	10590.75	0.6	0.02	2903.12	3733.22
Ивано-Франковская	0.8	0.00	2162.45	2757.96	0.4	0.11	2162.45	—	0.7	0.01	2162.45	3401.07
Киевская	0.4	0.07	2810.99	—	0.7	0.01	2810.99	5889.97	0.5	0.05	2810.99	14510.95
Кировоградская	0.5	0.05	2221.88	4756.22	0.8	$4 \cdot 10^{-3}$	2221.88	4657.63	0.9	$1 \cdot 10^{-3}$	2221.88	2836.94
Луганская	0.6	0.02	2582.76	5864.59	0.8	$4 \cdot 10^{-3}$	2582.76	6444.10	0.0	0.99	2582.76	—
Львовская	0.5	0.05	2413.56	4716.30	0.2	0.33	2413.56	—	0.7	0.01	2413.56	3390.77
Николаевская	0.5	0.04	2463.40	4693.81	0.1	0.40	2463.40	—	0.5	0.04	2463.40	2960.24
Одесская	0.8	0.01	2368.18	3879.05	0.8	$4 \cdot 10^{-3}$	2368.18	3533.91	0.1	0.55	2368.18	—
Полтавская	0.0	0.83	2569.72	—	0.6	0.03	2569.72	3607.91	0.4	0.12	2569.72	—
Ровненская	0.7	0.01	2137.57	3295.47	0.6	0.02	2137.57	4197.75	0.7	0.01	2137.57	2263.98
Сумская	0.8	0.00	2396.10	4308.87	0.0	0.91	2396.10	—	0.5	0.05	2396.10	5658.75
Тернопольская	0.6	0.03	2008.52	4284.60	0.6	0.02	2008.52	4563.87	0.4	0.08	2008.52	—
Харьковская	0.5	0.05	2687.14	4252.00	0.2	0.26	2687.14	—	0.4	0.11	2687.14	—
Херсонская	0.2	0.24	2158.94	—	0.4	0.08	2158.94	—	0.0	0.98	2158.94	—
Хмельницкая	0.6	0.03	2306.42	3027.19	0.7	0.01	2306.42	5958.92	0.6	0.02	2306.42	3355.14
Черкасская	0.0	0.83	2232.69	—	0.6	0.03	2232.69	3665.42	0.5	0.04	2232.69	3562.49
Черновицкая	0.7	0.01	1961.24	3151.15	0.6	0.03	1961.24	3098.90	0.2	0.34	1961.24	—
Черниговская	0.6	0.02	2347.57	4358.48	0.3	0.20	2347.57	—	0.9	$4 \cdot 10^{-3}$	2347.57	3130.93

Определено, что зависимость комплексных индикаторов «оценка смертности вследствие заболевания» с учетом существующего уровня заболеваемости (ED_{DIS}) от РД статистически достоверно описывают логарифмические регрессионные модели:

$$ED_{DIS} = a + b \cdot \ln(RI), \quad (3)$$

где a, b — параметры регрессионной модели; RI — годовые реальные доходы на душу населения, долларový эквивалент.

По параметрам статистически достоверных моделей рассчитаны значения доходов, при которых возможно снижение уровней комплексных индикаторов на 10 % по сравнению с уровнями 2011 г. (см. табл. 2). Оценена относительная разность (δ РД) между РД по состоянию на 2011 г. и рассчитанными значениями (рис. 1). По результатам можно выделить регионы, в которых состояние здоровья населения с учетом заболеваемости и смертности вследствие данного заболевания может улучшиться при увеличении РД (δ РД = 0 ÷ 100 %), а также регионы, в которых для регулирования состояния здоровья населения необходимо изменять неэкономические факторы, влияющие на уровень жизни (δ РД = 130 ÷ 420 %).

Анализ временных регрессий и зависимостей комплексных индикаторов от социально-экономических характеристик позволяет оценить тенденции динамики состояния здоровья населения в определенном регионе и возможность изменения этих тенденций посредством регулирования экономических характеристик.

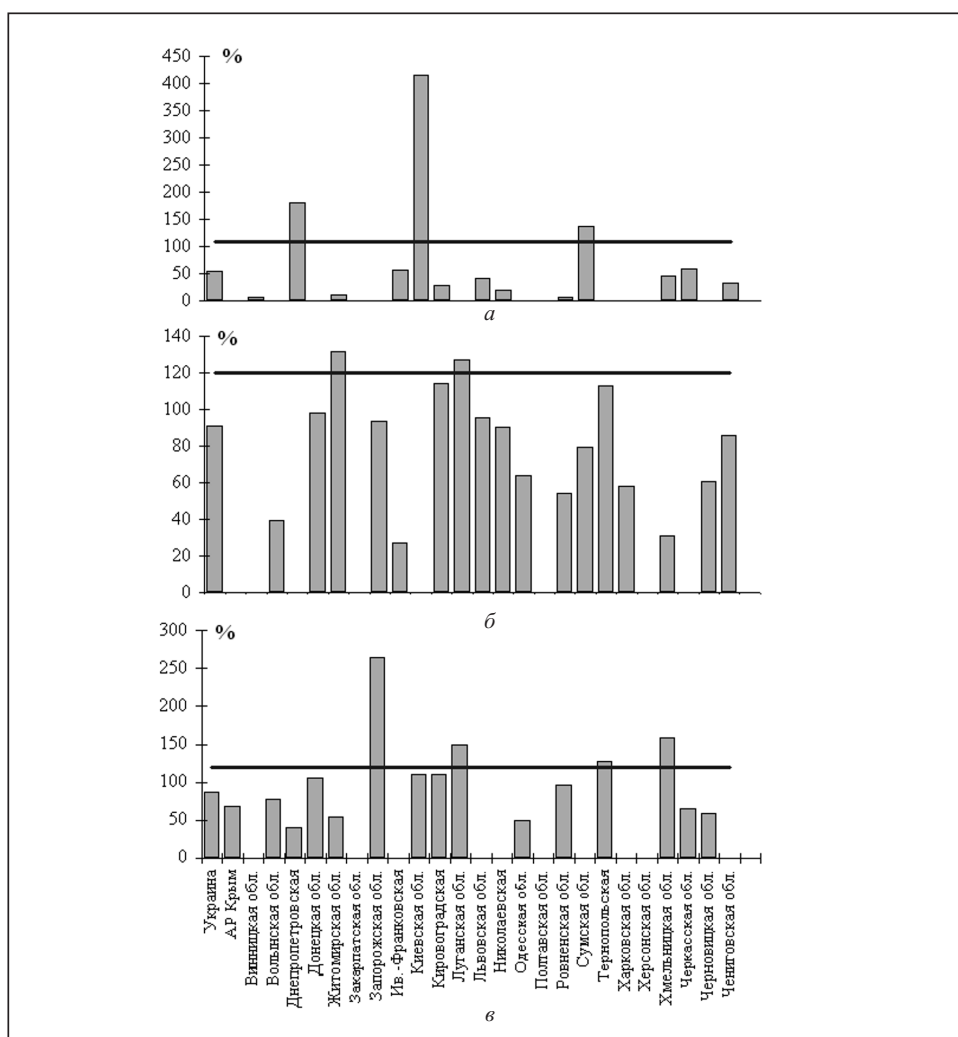


Рис. 1. Изменение РД до значений, при которых возможно снижение комплексных индикаторов на 10 % по сравнению с уровнем 2011 г.: заболевания мочеполовой системы (а); заболевания органов дыхания (б); злокачественные новообразования (в)

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНТЕГРАЛЬНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ОЦЕНКИ СМЕРТНОСТИ

Для того чтобы менее громоздко осуществлять сравнительный анализ состояния здоровья населения различных регионов, целесообразно использовать единый интегральный показатель, который основывается на комплексных индикаторах «оценка смертности вследствие заболевания» для наиболее распространенных заболеваний и болезней — основных причин смертности населения. Поскольку комплексные индикаторы «оценка смертности вследствие заболевания» являются равно-размерными и независимыми по предпочтению, их можно объединить в интегральный показатель. Он может быть рассчитан по «методу площадей», который используется для формирования интегральных оценок при анализе в различных областях деятельности [6, 7].

Для каждого из исследуемых регионов рассчитаны значения комплексных индикаторов по каждой нозологической группе за каждый год исследуемого периода. Затем осуществляется нормирование показателей по размаху выборки за 2004–2011 гг. согласно формуле:

$$dx_i = \frac{(x_i - x_{\min})}{(x_{\max} - x_{\min})}, \quad (4)$$

где dx_i — нормированное значение i -го показателя; x_{\min}, x_{\max} — соответственно минимальное и максимальное значения в выборке показателей по каждой из восьми нозологий; i — индекс показателя в выборке по каждой из исследуемых нозологий для 26 исследуемых регионов за восемь лет, $i=1..208$.

Значения интегральных показателей рассчитаны как площади, ограниченные лепестковыми диаграммами (рис. 2), для каждого года и каждого региона отдельно:

$$S = 0.5 \cdot \sin\left(\frac{360^\circ}{n}\right) \cdot \sum_{i=1}^n dED_i \cdot dED_{i+1}, \quad (5)$$

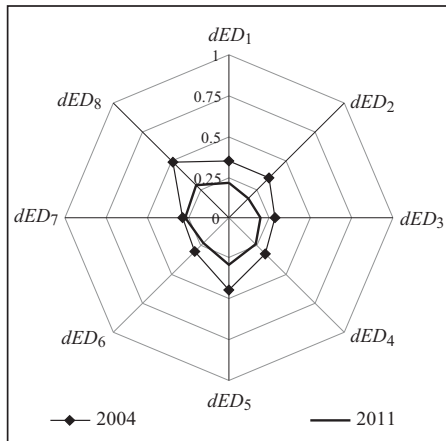


Рис. 2. Нормированные значения комплексных индикаторов по восьми исследуемым нозологиям (по Украине в целом)

регионов за 2004–2011 гг. составило 0.72 балла, а минимальное — 0.03 балла. Для проведения сравнительного анализа значения показателя «интегральная оценка смертности вследствие основных заболеваний» нормированы по размаху выборки согласно выражению (4).

Анализ значений интегрального показателя (табл. 3) показал, что наиболее неудовлетворительная ситуация с учетом смертности вследствие основных заболеваний сложилась в исследуемых регионах в 2005 г. В табл. 3 данные представлены в порядке возрастания значений интегрального показателя за 2011 г. Видно, что в течение исследуемого периода уровень интегрального показателя снизился во всех исследуемых регионах, при этом по Украине в целом он снизился от 0.51 балла в 2005 г. до 0.18 балла в 2011 г., а в Хмельницкой обл. — от 0.90 балла в 2005 г. до 0.18 балла в 2011 г. Для того чтобы оценить снижение уровней «интегральной оценки смертности вследствие основных заболеваний» в различных регионах, было рассчитано значение за 2005 г. с поправкой на средний размах значений 2005–2011 гг. ($S_{2005}^{\delta i}$, табл. 3):

$$S_{2005}^{\delta i} = dS_{2005}^i \cdot d\tilde{S}_{2005-2011}^i, \quad (6)$$

где dS_{2005}^i — нормированное значение интегрального показателя за 2005 г. в i -м регионе; $d\tilde{S}_{2005-2011}^i$ — средний размах нормированных значений интегрального показателя за 2005–2011 гг., $d\tilde{S}_{2005-2011}^i = (dS_{2005}^i - dS_{2011}^i) / 7$.

где S — показатель «интегральная оценка смертности вследствие основных заболеваний», относительные единицы; n — количество нозологий, которые вошли в интегральную оценку, $n=8$; dED_i, dED_{i+1} — значения комплексных индикаторов «оценка смертности вследствие заболевания», нормированные по формуле (3), причем $dED_9 = dED_1$.

Максимальное возможное значение интегрального показателя равно площади правильного восьмиугольника, вписанного в окружность радиуса 1 балл, что составляет примерно 2.83 балла, а минимальное возможное значение равно нулю.

В результате проведенного анализа определено, что максимальное значение интегрального показателя для исследуемых регионов за 2004–2011 гг. составило 0.72 балла, а минимальное — 0.03 балла.

Таблица 3. Значения показателя, нормированные на размах выборки за 2004–2011 гг.

Регион	dS								$S_{2005}^{\delta i}$
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	
Черновицкая	0.15	0.20	0.10	0.09	0.03	0.02	0.00	$6 \cdot 10^{-4}$	$1.8 \cdot 10^{-5}$
Винницкая	0.24	0.25	0.12	0.14	0.12	0.10	0.06	0.02	$5.6 \cdot 10^{-4}$
Киевская	0.15	0.28	0.20	0.22	0.20	0.09	0.04	0.02	$7.1 \cdot 10^{-4}$
Ровненская	0.41	0.59	0.44	0.44	0.31	0.19	0.06	0.02	$1.6 \cdot 10^{-3}$
Ивано-Франковская	0.51	0.47	0.36	0.43	0.28	0.16	0.14	0.08	$4.3 \cdot 10^{-3}$
Тернопольская	0.20	0.28	0.26	0.20	0.20	0.13	0.12	0.09	$2.5 \cdot 10^{-3}$
АР Крым	0.20	0.25	0.21	0.27	0.27	0.19	0.12	0.10	$2.1 \cdot 10^{-3}$
Львовская	0.35	0.39	0.40	0.40	0.40	0.25	0.17	0.12	$4.6 \cdot 10^{-3}$
Черниговская	0.55	0.60	0.52	0.46	0.38	0.31	0.21	0.12	$8.3 \cdot 10^{-3}$
Полтавская	0.33	0.41	0.25	0.25	0.26	0.17	0.21	0.12	$5.1 \cdot 10^{-3}$
Николаевская	0.31	0.32	0.30	0.33	0.41	0.26	0.19	0.14	$3.6 \cdot 10^{-3}$
Закарпатская	0.54	0.76	0.52	0.51	0.38	0.26	0.18	0.15	$1.3 \cdot 10^{-2}$
Харьковская	0.50	0.39	0.24	0.24	0.22	0.08	0.16	0.17	$5.4 \cdot 10^{-3}$
Украина	0.45	0.51	0.40	0.41	0.38	0.25	0.22	0.18	$8.5 \cdot 10^{-3}$
Хмельницкая	0.71	0.90	0.67	0.54	0.51	0.33	0.21	0.18	$1.6 \cdot 10^{-2}$
Волинская	0.53	0.67	0.55	0.61	0.47	0.31	0.25	0.18	$1.3 \cdot 10^{-3}$
Житомирская	0.33	0.43	0.35	0.30	0.29	0.22	0.18	0.20	$6.5 \cdot 10^{-3}$
Запорожская	0.39	0.40	0.45	0.41	0.36	0.21	0.31	0.21	$5.6 \cdot 10^{-3}$
Сумская	0.27	0.36	0.33	0.32	0.32	0.24	0.26	0.23	$4.2 \cdot 10^{-3}$
Донецкая	0.60	0.61	0.50	0.58	0.59	0.38	0.34	0.25	$1.3 \cdot 10^{-2}$
Черкасская	0.56	0.62	0.58	0.69	0.52	0.39	0.32	0.26	$1.3 \cdot 10^{-2}$
Днепропетровская	0.53	0.59	0.58	0.58	0.53	0.38	0.29	0.27	$1.3 \cdot 10^{-2}$
Херсонская	0.56	0.61	0.36	0.48	0.40	0.34	0.17	0.28	$1.3 \cdot 10^{-2}$
Одесская	0.57	0.80	0.63	0.59	0.54	0.33	0.42	0.30	$2.2 \cdot 10^{-2}$
Кировоградская	0.83	1.00	0.96	0.73	0.53	0.48	0.34	0.31	$3.0 \cdot 10^{-2}$
Луганская	0.71	0.93	0.68	0.71	0.74	0.57	0.51	0.45	$3.1 \cdot 10^{-2}$

Значение $S_{2005}^{\delta i}$ для Хмельницкой обл. является одним из четырех наивысших среди исследуемых 26 регионов, хотя уровень интегрального показателя за 2011 г. в этой области соответствует среднему по Украине. Остальные три высокие оценки показателя dS_{2005}^i с поправкой на средний размах значений за исследуемый период относятся к областям, в которых уровень интегральной оценки смертности за 2011 г. также является наивысшим — Одесская обл. ($S_{2005}^{\delta i} = 2.2 \cdot 10^{-2}$), Кировоградская ($S_{2005}^{\delta i} = 3.0 \cdot 10^{-2}$) и Луганская обл. ($S_{2005}^{\delta i} = 3.1 \cdot 10^{-2}$).

Анализ распределения значений интегрального показателя по регионам Украины в 2011 г. (рис. 3) позволяет выделить четыре группы, соответственно со значениями интегрального показателя в четырех диапазонах — по 25 % от максимального значения (dS_{\max}^{2011}):

I) $dS_i < 0.25 dS_{\max}^{2011}$ — Черновицкая, Винницкая, Киевская, Ровненская, Ивано-Франковская, Тернопольская обл. и АР Крым;

II) $0.25 dS_{\max}^{2011} \leq dS_i < 0.50 dS_{\max}^{2011}$ — Львовская, Черниговская, Полтавская, Николаевская, Закарпатская, Харьковская, Хмельницкая, Волинская, Житомирская и Запорожская обл.;

III) $0.50 dS_{\max}^{2011} \leq dS_i < 0.75 dS_{\max}^{2011}$ — Сумская, Донецкая, Черкасская, Днепропетровская, Херсонская, Одесская и Кировоградская обл.

IV) $0.75 dS_{\max}^{2011} \leq dS_i \leq dS_{\max}^{2011}$ — Луганская обл.



Рис. 3. Распределение интегрального показателя по регионам Украины в 2011 г.

Следовательно, при анализе состояния здоровья населения с учетом заболеваемости и смертности вследствие определенных заболеваний, а также при изучении механизмов изменения такого состояния большее внимание следует уделять регионам с наихудшими значениями показателя «интегральная оценка смертности вследствие основных заболеваний», относящимся к III и IV группам. При этом анализе следует также рассмотреть состояние здоровья населения в Хмельницкой обл., поскольку уровень «интегральной оценки смертности вследствие основных заболеваний» за 2005 г., нормированный на средний размах значений 2005–2011 гг., для этой области является одним из четырех наиболее высоких среди исследуемых регионов, и стремительное снижение значений интегрального показателя вызывает особый интерес.

ОБОБЩЕННЫЙ АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

Результаты исследования состояния здоровья населения с применением отдельных стандартных медико-статистических показателей, предложенных комплексных индикаторов и интегрального показателя служили начальным этапом формирования обобщенного алгоритма определения состояния здоровья населения. Комплекс выделенных информативных характеристик, модели их динамики и алгоритм их анализа является основой для формирования информационного обеспечения автоматизированной системы мониторинга состояния здоровья населения Украины. В обобщенном виде алгоритм определения состояния здоровья объединяет следующие этапы.

Этап 1. Сбор данных: внесение новых значений о первичных случаях заболеваний, о случаях смерти вследствие заболеваний и о случаях выздоровления в электронную статистическую базу данных либо выполнение автоматизированного запроса на фильтрацию данных медицинской/госпитальной информационной системы (МИС/ГИС) лечебно-профилактического учреждения (ЛПУ).

Этап 2. Формирование выборки показателей за текущий период: расчет относительных коэффициентов первичной заболеваемости, распространенности за-

болеванний и смертности вследствие заболеваний для количества населения, которое обеспечивается медицинской помощью на данном уровне здравоохранения (отдельное ЛПУ, город, район, область и т.д.).

Этап 3. Формирование полной выборки показателей: интеграция выборки данных за отчетный период с данными предыдущих периодов, формирование однородных массивов данных.

Этап 4. Первичный статистический анализ выборок данных.

- Выделение выпадающих значений: для исследуемых медико-статистических данных целесообразно использовать параметрический критерий выбраковки критических значений [8]. С применением математических методов выпадающие значения могут быть заменены средними арифметическими значениями двух соседних точек, а при отсутствии пары соседних точек — посредством линейной аппроксимации предыдущего или последующего ряда.

- Оценивание вариации в рядах данных, определение возможности проведения дальнейшего анализа: при анализе медико-биологических и социальных данных принято считать допустимыми значения коэффициента вариации до 30 %.

- Оценивание распределения вероятности выборок по коэффициенту Колмогорова–Смирнова и определение адекватных статистических методов для дальнейшего анализа. Для статистического оценивания рядов данных с нормальным распределением вероятности значений используются параметрические критерии, если же распределение вероятности статистически достоверно отличается от нормального, для дальнейшего анализа следует использовать специальные методы и непараметрические критерии.

- Оценивание автокорреляции временных рядов. Коэффициент автокорреляции дает возможность оценить зависимость между значениями текущего и предыдущих периодов. В нелинейных системах наличие такой зависимости может свидетельствовать о развитии «памяти» процесса и приближении состояния данной системы к критическому переходу. Следовательно, наличие статистически достоверной автокорреляции в рядах данных свидетельствует о возможных резких изменениях динамики процесса в ближайшее время.

Этап 5. Статистический анализ выборок данных: корреляционный, факторный, дискриминантный, кластерный, регрессионный и т.п. — в зависимости от вида данных и задач исследования. Автоматизация оценивания характеристик и параметров результатов математико-статистической обработки данных позволяет сократить погрешности визуального анализа и интерпретации результатов, а также дает возможность не задействовать технических специалистов для формулирования выводов по результатам статистического анализа, позволяя принимать решения специалистам в области здравоохранения и управления.

Этап 6. Анализ основных причин смертности населения с применением комплексных индикаторов «оценка смертности вследствие заболевания»: расчет комплексных индикаторов, анализ их уровней, определение нозологий, которые являются наиболее распространенными и основными причинами смертности населения исследуемых регионов.

Этап 7. Сравнительный анализ состояния здоровья населения различных регионов с применением показателя «интегральная оценка смертности вследствие основных заболеваний»: нормирование комплексных индикаторов различных регионов по размаху значений выборки, формирование интегрального показателя по «методу площадей» на основании нормированных значений комплексных индикаторов по основным причинам смертности населения, сравнительный анализ состояния здоровья населения различных регионов, выделение регионов с наибольшими значениями интегрального показателя.

Этап 8. Анализ изменений комплексных индикаторов в выделенных регионах: анализ динамики комплексных индикаторов и поиск взаимосвязей изменения комплексных индикаторов в зависимости от социально-экономических характеристик с применением математического моделирования и оценивания параметров регрессий.

Этап 9. Интерпретация результатов и принятие решений: подведение итогов, формулирование выводов по результатам анализа состояния здоровья населения с применением комплексных индикаторов и интегрального показателя, формирование информационного обеспечения для принятия управленческих решений.

Проведенные нами исследования (результаты представлены в [9] и в данной работе) с помощью статистически достоверных регрессионных моделей динамики комплексных индикаторов «оценка смертности вследствие заболевания» показали, что по параметрам построенных моделей возможно оценить не только начальный уровень, но и направление, скорость и ускорение изменения значений. Введение в информационную технологию мониторинга в здравоохранении возможности получения данных социально-экономической статистики позволит продолжить поиск управляющих факторов изменения состояния здоровья населения. Предложенный обобщенный алгоритм является открытым и предусматривает расширение оперативного поля в зависимости от текущих исследовательских задач. При этом данный алгоритм может служить основой информационной технологии автоматизированного мониторинга в здравоохранении — на всех этапах алгоритма, кроме завершающего, предусмотрены автоматизированные процессы, а экспертные оценки могут применяться для принятия решений о выборе следующего шага алгоритма. Таким образом, предложенный обобщенный алгоритм может использоваться при разработке аналитического модуля МИС/ГИС.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанные экспоненциальные регрессионные модели динамики комплексных индикаторов «оценка смертности вследствие заболевания», характеризующих риск причинной смертности при существующем уровне заболеваемости, позволяют проводить анализ состояния здоровья населения различных регионов с учетом уровня комплексного индикатора, скорости и направления изменения его значений.

Анализ изменения комплексных индикаторов в зависимости от РД с помощью логарифмических регрессионных моделей позволил оценить величину роста РД относительно уровня исходного года, при которой возможно уменьшение комплексных индикаторов на 10 % по сравнению с исходным уровнем. Для некоторых регионов эта величина составила от 120 % до 416 %, т.е. для снижения значений комплексных индикаторов «оценка смертности вследствие заболевания» на 10 % в этих регионах необходимы изменения годовых доходов населения более, чем в 2–5 раз.

Предложенный показатель «интегральная оценка смертности вследствие основных заболеваний», который с помощью «метода площадей» объединяет комплексные индикаторы «оценка смертности вследствие заболевания» для болезней, наиболее распространенных и являющихся основными причинами смертности населения, дает возможность осуществлять мониторинг и сравнительный анализ состояния здоровья населения различных регионов и позволяет выделить те из них, в которых медицинское обеспечение нуждается в организационных вмешательствах, что позволит оценить влияние различных реформ на изменение состояния здоровья населения.

Предложенные комплексные индикаторы и интегральный показатель служат основой информационного обеспечения системы автоматизированного мониторинга состояния здоровья населения. По итогам проведенных исследований с применением этих показателей сформирован обобщенный алгоритм определения состояния здоровья населения, включающий сбор и первичную обработку медико-статистических данных, анализ динамики состояния здоровья с учетом заболеваемости и смертности, моделирование и определение закономерностей динамики состояния здоровья при изменении социально-экономических характеристик, а также формирование информационного обеспечения для управления в системе здравоохранения. Предложенный алгоритм может быть интегрирован в телемедицинскую среду как аналитический модуль МИС/ГИС ЛПУ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Козак Л.М., Рогозинская Н.С. Исследование причинной смертности населения Украины с использованием комплексного информативного показателя // Клиническая информатика и телемедицина. — 2012. — 8, вып. 9. — С. 178–179.
2. Щорічна доповідь про стан здоров'я населення України та санітарно-епідемічну ситуацію. 2010 рік / за ред. О.В. Аніщенко. — Київ: МОЗ України, ДУ «Український інститут стратегічних досліджень МОЗ України», 2011. — 461.
3. Показники здоров'я населення та використання ресурсів охорони здоров'я в Україні (2004–2005, 2006–2007, 2008–2009, 2010–2011 рр.) МОЗ України і Центру медичної статистики МОЗ України.
4. Рогозинская Н.С., Коваленко А.С., Козак Л.М. Исследование и моделирование зависимости информационных характеристик демографических процессов от экономических показателей // Кибернетика и вычисл. техника. — 2009. — Вып. 157. — С. 61–69.
5. Офіційна сторінка Національного комітету статистики України. — <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
6. Русакова Л.Т., Антомонов М.Ю. Использование информационных технологий для анализа территориальных различий по показателю смертности // Гігієна населених місць. — 2005. — Вып. 46. — С. 493–498.
7. Фасхиев Х.А., Крахмалева А.В. Оценка уровня конкурентоспособности грузовых автомобилей и их двигателей // Маркетинг в России и за рубежом. — 2004. — № 5. — С. 3–16.
8. Антомонов М.Ю. Математическая обработка и анализ медико-биологических данных. — Киев: Фірма малого друку, 2006. — 558 с.
9. Рогозинская Н.С., Козак Л.М. Математические модели динамики статистических показателей для исследования состояния населения относительно заболевания злокачественными новообразованиями // Кибернетика и вычисл. техника. — 2011. — Вып. 166. — С. 85–96.

Поступила 05.06.2013