

Н.С. Рогозинская, Л.М. Козак

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ДИНАМИКИ СТАТИСТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫМИ НОВООБРАЗОВАНИЯМИ

С помощью предложенного показателя — «комплексная оценка смертности вследствие заболевания злокачественными новообразованиями» (с учетом существующего уровня заболеваемости) проведен сравнительный анализ динамики состояния населения различных административных территорий Украины относительно заболевания злокачественными новообразованиями за 1993–2010 гг. Применение экспоненциальных регрессионных моделей позволило учесть уровень, направление динамики предложенного показателя, скорость и ускорение изменения его значений.

Введение. В настоящее время в управлении здравоохранения Украины активно проводится поиск путей эффективного мониторинга, оценки и планирования деятельности системы здравоохранения [1–3]. Постепенно внедряется использование набора «ключевых» показателей, а «оценка эффективности» подразумевает не только эффективность экономической, но и рациональное планирование, и оказание населению медицинских услуг. Необходимость внедрения механизмов мониторинга и их роль в увеличении эффективности медицинской помощи путем аналитического планирования и администрирования деятельности системы здравоохранения выделена в постановлениях Кабинета Министров Украины еще в 2002 г. [4, 5]. В частности, создание системы мониторинга предусмотрено как один из пунктов Межотраслевой государственной программы «Здоровье нации (2002–2011 гг.)» [4]. Результат «эффективного» обеспечения здравоохранения и предоставления медицинских услуг населению отражает состояние здоровья населения. Таким образом, несколько отсрочено, этот результат можно отследить по динамике показателей медицинской статистики, в частности касающихся заболеваний, основных по распространенности или социальной опасности, например заболевания системы кровообращения, органов дыхания, сахарным диабетом, вирусным гепатитом, туберкулезом, ВИЧ/СПИД и т.д. В этот перечень входит также заболевание злокачественными новообразованиями, поскольку это заболевание является одним из лидирующих в перечне основных причин смертности населения Украины. Необходимость анализа отсроченных результатов по профилактике злокачественных новообразований подчеркнута и в разделе «Борьба с раком» программы «Здоровье нации (2002–2011 гг.)» [4].

Цель данной работы — формирование комплексного показателя, который основывается на стандартных показателях медицинской статистики, формирование математических моделей динамики этого показателя и с помощью данных моделей исследование состояния населения различных административных территорий Украины относительно заболеваний злокачественными новообразованиями.

Постановка задачи. Мониторинг заболеваемости злокачественными новообразованиями в Украине проводится, в частности, Национальным институтом рака [6, 7]. Данные «Национального канцер-регистра Украины» являют-

ся одним из основных источников сведений, а ежегодные бюллетени — широко цитируемым источником информации о распространенности, заболеваемости и смертности населения Украины вследствие злокачественных новообразований [8, 9].

Помимо стандартных статистических показателей (распространенности, заболеваемости и смертности вследствие заболевания), в докладах и публикациях сотрудников Национального института рака рассматривается также распределение заболеваемости и смертности по возрасту и половому признаку пациентов, отдельным нозологиям, уровни выживаемости пациентов в течение одного и пяти лет после постановки диагноза и т.д. [7, 10]. Исследуются не только общие уровни показателей, но и их динамика: показатели прироста по отношению к предыдущему году в общем виде и в доле (процентном) отношении; такие приросты сравниваются в разрезе областей Украины. Для мониторинга непосредственно деятельности медицинских учреждений исследуют такие показатели, как стадия заболевания на момент выявления, уровень оказания медицинской помощи, на котором было выявлено заболевание, эффективность работы флюорографической службы, профилактических осмотров и т.д. [7].

В основном при исследовании результатов борьбы со злокачественными новообразованиями, как в Украине, так и в России и в дальнем зарубежье рассматривают три стандартных показателя медицинской статистики: распространенность, заболеваемость и смертность вследствие злокачественных новообразований [7, 10–13]. Мы считаем, что каждый из этих показателей может отражать эффективность медицинской помощи при заболеваниях злокачественными новообразованиями лишь частично; предполагаем, что охарактеризовать вклад каждого показателя в оценку эффективности системы охраны здоровья можно следующим образом:

- уровень заболеваемости отражает распространенность пропаганды здорового образа жизни, профилактики заболевания, а также охват населения деятельностью по выявлению заболевания;
- распространенность заболевания отражает уровень излечимости, эффективность применения распространенных методов лечения и необходимость их усовершенствования, а также доступность лечения, и в частности — оснащенность учреждений, предоставляющих лечение, материальными средствами в достаточном объеме;
- уровень смертности вследствие заболевания позволяет оценить как своевременность его выявления, возможность излечения заболевания существующими методами и средствами, так и эффективность организации лечебного процесса.

Однако для полноценного оценивания и анализа противораковой деятельности в различных регионах, областях и районах страны необходимо использовать одновременно не менее трех показателей, что является громоздким и затрудняет охват картины в целом.

Для сокращения количества используемых показателей и повышения их информативности применяют такие относительные характеристики, как риски заболевания злокачественными новообразованиями, общие, повозрастные и по отдельным нозологиям. Для оценки рисков используют показатели заболеваемости и распространенности заболевания, однако при этом не учитывается уро-

вень смертности, т.е. отслеживается лишь прибытие заболевших и убыль вследствие излечения, а убыль по смерти может учитываться лишь с помощью дополнительных показателей: выживаемости в течение одного и пяти лет после постановки диагноза или рисков причинной смертности [7, 13].

В ходе нашего исследования динамики уровней распространенности, заболеваемости злокачественными новообразованиями и смертности от злокачественных новообразований населения административных территорий Украины, результаты которого приведены далее, подтвердилось предположение о недостаточной информативности использования каждого из показателей по отдельности для сравнительного анализа состояния населения. В то же время подтвердились сложность и громоздкость использования для анализа одновременно трех этих показателей.

Таким образом, нами был сделан вывод о необходимости рассмотрения таких трех стандартных показателей медицинской статистики, как распространенность, заболеваемость и смертность вследствие злокачественных новообразований в составе одного, комплексного показателя.

Материалы и методы. В исследовании использована информация украинской базы данных «Здоровье для всех», обновленной в мае 2011 г. [14]. Выбраны такие показатели медицинской статистики по 26-ти административным территориям Украины (24-м областям, Украине в целом и АР Крым) за 1993–2010 гг.:

- распространенность заболевания злокачественными новообразованиями на 100 тыс. населения — количество всех зарегистрированных пациентов с таким диагнозом на 100 тыс. населения;
- заболеваемость злокачественными новообразованиями на 100 тыс. населения — количество зарегистрированных случаев первичного заболевания на 100 тыс. населения;
- смертность вследствие заболевания злокачественными новообразованиями на 100 тыс. населения.

Для проведения дальнейших исследований проведена первичная статистическая обработка данных по трем показателям для 26-ти административных территорий; при этом методом усреднения соседних значений заполнены пропуски и сглажены выпадающие значения.

Для проведения анализа динамики показателей и регрессионного анализа использованы программные продукты Microsoft Excel 2003 и SPSS 13.0.

Моделирование и анализ динамики стандартных показателей медицинской статистики. При анализе динамики статистических показателей за 1993–2010 гг. мы определили, что распространенность заболевания населения Украины злокачественными новообразованиями растет во всех административных территориях, с различиями в общих уровнях и темпах прироста. Наиболее благополучными с точки зрения распространенности заболеваний злокачественными новообразованиями являются области западного региона Украины: Закарпатская, Ивано-Франковская, Ровенская и Волынская. Наиболее высокие уровни распространенности заболеваний злокачественными новообразованиями наблюдаются в Полтавской, Винницкой, Кировоградской областях, а также в Одесской, Николаевской областях и в АР Крым. Подобным является и распределение областей по уровням заболеваемости злокачественными новообразованиями, т.е. по приросту новых случаев заболевания. Однако

при этом в Кировоградской области в 2002–2010 гг. общий уровень заболеваемости резко возрос примерно на 100 зарегистрированных случаев на 100 тыс. населения в год, в Одесской области уменьшился в 1997–2010 гг. приблизительно на такое же количество случаев.

Анализ статистики смертности вследствие заболевания злокачественными новообразованиями показал, что наивысшие уровни смертности наблюдаются в Херсонской, Запорожской, Одесской и Николаевской областях, а наименьшие — в Волынской, Винницкой, Закарпатской и Ивано-Франковской областях. Однако именно в случае смертности наблюдается наибольший разброс в направлении и скорости изменения динамики. Например, уровень смертности в Закарпатской области хоть и имеет одни из самых низких значений среди административных территорий Украины, однако в течение 1996–2005 гг. он возрастал, а некоторый спад замечен лишь в течение 2005–2008 гг. Динамика же смертности в Харьковской области совершенно иная: в течение 1995–2005 гг. происходит достаточно весомое снижение (около 50 случаев смерти на 100 тыс. населения), а за последние четыре года наблюдается некоторое повышение.

Таким образом, проанализировав методику исследования особенностей динамики этих статистических показателей, мы пришли к выводу, что визуальный анализ динамических кривых для всех административных единиц Украины и сопоставление наблюдаемых значений сложно выполнимы, зависящие от наблюдательности исследователя и подвержены потерям информативности за счет его ошибок. Частично избежать погрешностей можно при формализации исследования.

Для формализации и унификации подходов к анализу динамики исследуемых показателей мы построили их регрессионные модели. Наиболее приемлемо, судя по характеристикам ряда регрессионных моделей (линейной, экспоненциальной и S-образной), кривые динамик всех показателей по всем исследуемым административным территориям в течение 1993–2010 гг. описывает экспоненциальная регрессионная модель вида

$$Y = a \cdot e^{bt}. \quad (1)$$

Здесь Y — зависимая переменная, моделируемое значение (в нашем случае, моделируемые переменные — распространенность заболевания злокачественными новообразованиями, заболеваемость и смертность); a — коэффициент регрессионной модели, характеризующий скорость и направление изменений ее значений; b — коэффициент регрессионной модели, характеризующий в первый год исследуемого периода начальный уровень, а далее — крутизну (ускорение) кривой, отражающей динамику моделируемой переменной; t — независимая переменная, характеризующая временной промежуток, который описывает модель: $t = 1, \dots, 18$, что соответствует 18-летнему исследуемому диапазону (1993–2010 гг.).

В табл. 1 приведены характеристики моделей — коэффициенты детерминации (R^2), а также расчетные параметры моделей (a и b) и уровни значимости (Зн.) их расчета. Поскольку коэффициент детерминации выражает относительное отклонение экспериментальных значений моделируемого показателя от теоретических (модельных), то чем ближе значение R^2 к 1, тем лучше подобрана модель для данного показателя в анализируемом временном проме-

жутке. Уровни значимости расчета коэффициентов модели отражают долю ошибочности расчета, в медико-биологических и социальных исследованиях допустимым считается уровень значимости не более 0,05. Модели, для которых $R^2 \leq 0,3$, а уровни значимости расчета коэффициента $a - p > 5 \cdot 10^{-2}$ из дальнейшего анализа исключены (в табл. 1 характеристики этих моделей выделены курсивом).

Исследуя коэффициенты регрессионных моделей динамики трех показателей медицинской статистики (распространенности, заболеваемости и смертности от злокачественных новообразований) за 1993–2010 гг. в каждой из 26-ти административных территорий, мы отметили следующие соотношения.

В Донецкой, Хмельницкой, Черниговской областях и в Украине в целом все три показателя изменяются, начиная от средних уровней, и со средними скоростями. В этих административных территориях наблюдаются устойчивые тенденции снижения уровней смертности, некоторого повышения уровней заболеваемости и, следовательно, возрастания уровней распространенности заболевания.

В других административных территориях для анализа состояния населения необходимо учитывать особенности сочетания шести переменных — коэффициентов моделей трех показателей — в каждом случае отдельно. Например, в Житомирской области уровень распространенности заболевания злокачественными новообразованиями средний, а скорость его роста — одна из наименьших. При этом значения заболеваемости и смертности изменяются от средних уровней со средней скоростью. В Закарпатской области малые уровни всех трех показателей сочетаются с достаточно высокими скоростями роста, причем, в отличие от других областей, уровень смертности в Закарпатской области возрастает, как и уровни заболеваемости и смертности, хотя и с малой скоростью.

Таким образом, при анализе динамики необходимо учитывать сочетание пар параметров моделей каждого показателя отдельно, например, высокое значение параметра b характеризует не только уровень показателя в начальной точке исследуемого периода, но и ускорение его динамики далее. Сочетание высокого значения параметра b и положительного (хоть и низкого) значения параметра a , характеризующего скорость динамики показателя, говорит о довольно стремительном росте значений показателя, что свидетельствует о негативном изменении ситуации по заболеваемости злокачественными новообразованиями. При этом, если показатель a отрицателен, большое ускорение динамики можно учитывать как позитивный момент.

Таблица 1. Характеристики экспоненциальных регрессионных моделей динамики показателей распространенности заболеваемости и смертности вследствие заболевания злокачественными новообразованиями за 1993–2010 гг.

Моделируемый показатель		Административно-территориальная единица												
		АР Крым	Винницкая обл.	Волынская обл.	Днепропетровская обл.	Донецкая обл.	Житомирская обл.	Закарпатская обл.	Запорожская обл.	Ивано-Франковская обл.	Киевская обл.	Кировоградская обл.	Луганская обл.	Львовская обл.
Распространенность заболевания злокачественными новообразованиями	R ²	0,996	0,996	0,952	0,920	0,955	0,918	0,894	0,981	0,942	0,928	0,254	0,950	0,966
	a	0,0285	0,0204	0,0226	0,0287	0,0259	0,0179	0,0259	0,0281	0,0288	0,0274	0,0091	0,0224	0,0351
	Зн.	3,0·10 ⁻²⁰	6,1·10 ⁻²¹	6,0·10 ⁻¹²	3,5·10 ⁻¹⁰	3,2·10 ⁻¹²	4,0·10 ⁻¹⁰	3,3·10 ⁻⁹	3,9·10 ⁻¹⁵	2,7·10 ⁻¹¹	1,4·10 ⁻¹⁰	3,3·10 ⁻²	7,8·10 ⁻¹²	3,8·10 ⁻¹³
	b	1 458,68	1 562,86	1 150,16	1 239,05	1 371,93	1 276,80	830,89	1 368,55	898,12	1 385,22	1 592,52	1 258,78	1 099,40
	Зн.	2,1·10 ⁻²⁸	2,1·10 ⁻³¹	1,4·10 ⁻²¹	4,5·10 ⁻¹⁸	6,4·10 ⁻²¹	3,0·10 ⁻²¹	1,0·10 ⁻¹⁷	2,4·10 ⁻²³	3,1·10 ⁻¹⁹	8,5·10 ⁻¹⁹	6,5·10 ⁻¹	1,6·10 ⁻²¹	8,8·10 ⁻²⁰
Заболеваемость злокачественными новообразованиями	R ²	0,530	0,240	0,703	0,798	0,448	0,138	0,717	0,895	0,617	0,001	0,743	0,009	0,973
	a	0,0046	0,0035	0,0080	0,0111	0,0028	0,0014	0,0111	0,0103	0,0092	-0,0001	0,0141	0,0005	0,0201
	Зн.	6,2·10 ⁻⁴	3,9·10 ⁻²	1,4·10 ⁻⁵	5,9·10 ⁻⁷	2,4·10 ⁻³	1,3·10 ⁻¹	9,5·10 ⁻⁶	3,1·10 ⁻⁹	1,1·10 ⁻⁴	9,0·10 ⁻¹	4,2·10 ⁻⁶	7,2·10 ⁻¹	5,4·10 ⁻¹⁴
	b	335,62	318,17	234,18	298,80	313,89	295,19	198,11	316,50	234,23	345,73	336,50	305,95	225,06
	Зн.	1,0·10 ⁻²²	3,1·10 ⁻²⁰	2,1·10 ⁻²¹	6,1·10 ⁻²¹	5,7·10 ⁻²⁵	2,5·10 ⁻²⁴	2,0·10 ⁻¹⁹	3,7·10 ⁻²⁴	3,8·10 ⁻¹⁹	3,5·10 ⁻²	3,1·10 ⁻¹⁸	4,1·10 ⁻²¹	1,7·10 ⁻²⁴
Смертность от злокачественных новообразований	R ²	0,980	0,465	0,862	0,933	0,900	0,862	0,471	0,868	0,268	0,815	0,862	0,956	0,336
	a	-0,0208	-0,0031	-0,0120	-0,0141	-0,0100	-0,0104	0,0067	-0,0077	-0,0039	-0,0059	-0,0111	-0,0189	-0,0029
	Зн.	4,4·10 ⁻¹⁵	1,8·10 ⁻³	2,7·10 ⁻⁸	8,1·10 ⁻¹¹	2,0·10 ⁻⁹	2,8·10 ⁻⁸	1,7·10 ⁻³	1,9·10 ⁻⁸	2,8·10 ⁻²	2,9·10 ⁻⁷	2,7·10 ⁻⁸	2,6·10 ⁻¹²	1,2·10 ⁻²
	b	207,69	153,99	164,97	204,77	197,42	173,25	134,29	210,50	152,94	190,51	203,60	203,50	147,21
	Зн.	2,3·10 ⁻²⁵	1,3·10 ⁻²⁴	5,1·10 ⁻²²	1,2·10 ⁻²³	1,7·10 ⁻²⁴	5,4·10 ⁻²³	2,7·10 ⁻¹⁹	3,1·10 ⁻²⁵	6,1·10 ⁻²⁰	1,0·10 ⁻²⁵	1,6·10 ⁻²²	3,3·10 ⁻²³	4,8·10 ⁻²³

Продолжение табл. 1

Моделируемый показатель		Административно-территориальная единица												
		Николаевская обл.	Одесская обл.	Полтавская обл.	Ровенская обл.	Сумская обл.	Тернопольская обл.	Харьковская обл.	Херсонская обл.	Хмельницкая обл.	Черкасская обл.	Черниговская обл.	Черновицкая обл.	Украина
Распространенность заболеваний злокачественными новообразованиями	R ²	0,861	0,877	0,747	0,990	0,990	0,991	0,964	0,982	0,970	0,931	0,968	0,966	0,980
	a	0,0303	0,0297	0,0114	0,0292	0,0258	0,0259	0,0309	0,0287	0,0229	0,0247	0,0246	0,0319	0,0271
	Зн.	2,9 · 10 ⁻⁸	1,1 · 10 ⁻⁸	3,8 · 10 ⁻⁶	2,4 · 10 ⁻¹⁷	1,8 · 10 ⁻¹⁷	1,1 · 10 ⁻¹⁷	5,3 · 10 ⁻¹³	2,6 · 10 ⁻¹⁵	1,4 · 10 ⁻¹³	9,9 · 10 ⁻¹¹	2,0 · 10 ⁻¹³	3,3 · 10 ⁻¹³	4,4 · 10 ⁻¹⁵
	b	1 431,91	1 396,98	1 674,21	914,15	1 480,61	1 222,63	1 238,16	1 285,99	1 277,38	1 453,26	1 322,45	1 106,94	1 294,30
	Зн.	1,4 · 10 ⁻¹⁵	3,4 · 10 ⁻¹⁶	9,3 · 10 ⁻²⁰	2,5 · 10 ⁻²⁵	2,7 · 10 ⁻²⁶	1,7 · 10 ⁻²⁶	1,7 · 10 ⁻²⁰	2,3 · 10 ⁻²³	3,6 · 10 ⁻²³	1,1 · 10 ⁻¹⁹	1,6 · 10 ⁻²²	1,7 · 10 ⁻²⁰	1,5 · 10 ⁻²³
Заболеемость злокачественными новообразованиями	R ²	0,863	0,126	0,415	0,668	0,703	0,879	0,361	0,089	0,904	0,164	0,702	0,521	0,930
	a	0,0173	-0,0048	-0,0060	0,0070	0,0093	0,0105	0,0072	0,0027	0,0091	0,0034	0,0068	0,0070	0,0058
	Зн.	2,6 · 10 ⁻⁸	1,5 · 10 ⁻¹	3,9 · 10 ⁻³	3,5 · 10 ⁻⁵	1,4 · 10 ⁻⁵	9,7 · 10 ⁻⁹	8,3 · 10 ⁻³	2,3 · 10 ⁻¹	1,5 · 10 ⁻⁹	9,5 · 10 ⁻²	1,4 · 10 ⁻⁵	7,2 · 10 ⁻⁴	1,2 · 10 ⁻¹⁰
	b	292,51	392,96	386,76	230,52	315,53	257,40	292,03	331,36	305,71	330,14	309,22	243,93	304,39
	Зн.	1,8 · 10 ⁻¹⁹	2,9 · 10 ⁻¹⁵	3,4 · 10 ⁻¹⁹	8,2 · 10 ⁻²²	2,1 · 10 ⁻²⁰	1,9 · 10 ⁻²³	2,9 · 10 ⁻¹⁷	6,7 · 10 ⁻¹⁸	2,3 · 10 ⁻²⁵	9,3 · 10 ⁻¹⁹	1,6 · 10 ⁻²²	1,2 · 10 ⁻¹⁹	1,4 · 10 ⁻²⁹
Смертность от злокачественных новообразований	R ²	0,757	0,940	0,864	0,597	0,578	0,543	0,836	0,970	0,885	0,933	0,885	0,089	0,980
	a	-0,0168	-0,0096	-0,0105	-0,0071	-0,0077	-0,0047	-0,0180	-0,0239	-0,0097	-0,0202	-0,0137	0,0025	-0,0106
	Зн.	2,7 · 10 ⁻⁶	3,4 · 10 ⁻¹¹	2,4 · 10 ⁻⁸	1,7 · 10 ⁻⁴	2,5 · 10 ⁻⁴	4,8 · 10 ⁻⁴	1,1 · 10 ⁻⁷	1,2 · 10 ⁻¹³	6,1 · 10 ⁻⁹	8,2 · 10 ⁻¹¹	6,2 · 10 ⁻⁹	2,3 · 10 ⁻¹	5,3 · 10 ⁻¹⁵
	b	210,54	203,05	190,82	175,44	179,40	163,72	192,15	238,09	180,21	193,22	179,24	154,18	186,49
	Зн.	2,9 · 10 ⁻¹⁷	1,0 · 10 ⁻²⁶	5,8 · 10 ⁻²³	1,3 · 10 ⁻²⁰	7,9 · 10 ⁻²⁰	1,1 · 10 ⁻²²	1,7 · 10 ⁻¹⁸	6,0 · 10 ⁻²³	3,5 · 10 ⁻²⁴	3,6 · 10 ⁻²¹	8,2 · 10 ⁻²²	2,2 · 10 ⁻¹⁸	5,9 · 10 ⁻³⁰

Для разностороннего анализа изменения ситуации по заболеванию злокачественными новообразованиями необходимо одновременно рассматривать характеристики и параметры всех трех регрессионных моделей, т.е. по 15-ти переменным для каждой области. Формализация исследования динамики показателей медицинской статистики относительно заболеваемости злокачественными новообразованиями путем построения однотипных регрессионных моделей и анализа их параметров и характеристик ненамного снизила сложность проведения исследования. Хотя с применением формализации можно автоматизировать анализ с использованием достаточно сложного алгоритма пошагового сравнения параметров.

Формирование комплексного показателя и анализ его динамики. Для более наглядного рассмотрения сочетания динамики трех показателей (распространенности, заболеваемости и смертности вследствие злокачественных новообразований) мы предлагаем использовать единый комплексный показатель, сформированный в следующем виде:

$$ED_{\text{canc}} = \frac{DR_{\text{canc}}}{C} \cdot C_{\text{new}}.$$

Здесь ED_{canc} — комплексная оценка смертности вследствие злокачественных новообразований, характеризующая риск причинной смертности при данном уровне заболеваемости, на 100 тыс. населения; DR_{canc} — смертность вследствие заболевания злокачественными новообразованиями, на 100 тыс. населения; C — распространенность заболевания злокачественными новообразованиями, на 100 тыс. населения; C_{new} — заболеваемость злокачественными новообразованиями, на 100 тыс. населения.

Данный комплексный показатель основывается на стандартных показателях медицинской статистики и учитывает их взаимоотношение. Например, предположив, что во всех областях Украины для лечения злокачественных новообразований используют одинаковые, стандартизированные медицинские средства и методы, при высокой заболеваемости и низкой смертности значение комплексного показателя будет иметь величину от малой до средней по сравнению с показателями всех административных территорий Украины, поскольку распространенность заболевания будет достаточно высокой. Даже при замене средств и методов лечения более эффективными, с большим процентом излеченных, когда распространенность заболевания и смертность вследствие заболевания злокачественными новообразованиями стремительно снизятся, оценка риска смертности вследствие заболевания будет во многом зависеть от уровня заболеваемости.

При низком уровне заболеваемости и при высоком уровне смертности распространенность заболевания будет достаточно низкой. Таким образом, значения комплексного показателя будут изменяться от средних до высоких по сравнению с показателями всех административных территорий Украины.

При высоком уровне заболеваемости и высоком уровне смертности вследствие заболевания злокачественными новообразованиями распространенность заболевания будет низкой, а значение комплексного показателя — высоким по сравнению с показателями всех административных территорий Украины.

Динамика комплексного показателя за 1993–2010 гг. была проанализирована с использованием регрессионных моделей для 26-ти административных территорий Украины. По статистическим характеристикам (R^2 и p) определены регрессионные модели, наиболее удовлетворительно описывающие динамики оценок смертности во всех административных территориях — это экспоненциальные регрессионные модели, представленные в общем виде формулой (1). Параметры полученных регрессионных моделей использовались для сравнительного анализа состояния населения областей Украины относительно заболевания злокачественными новообразованиями.

В табл. 2 представлены параметры и характеристики полученных экспоненциальных регрессионных моделей динамики оценки смертности вследствие злокачественных новообразований при существующем уровне заболеваемости. Статистические характеристики практически всех моделей являются приемлемыми. Наименьшее значение коэффициента детерминации R^2 среди значений для моделей других административных территорий наблюдается для Кировоградской области и составляет 0,356. Кроме того, неудовлетворительным является уровень значимости расчета параметра a регрессионной модели для Кировоградской области, который составил 0,07, т.е. около 7 % вероятности ошибки расчета.

Значения параметров a моделей динамики значений комплексного показателя Закарпатской и Кировоградской областей положительные, поэтому можно сделать вывод, что в этих областях смертность вследствие злокачественных новообразований при существующем уровне заболеваемости возрастает, в отличие от других административных территорий Украины. Поскольку кривые динамики оценок смертности вследствие злокачественных новообразований в Закарпатской и Кировоградской областях имеют экстремумы в 2000 г., после чего идут на спад, аналогично показателям других административных территорий Украины мы дополнительно построили экспоненциальные регрессионные модели динамики комплексного показателя для этих двух областей за 2001–2010 гг. Характеристики этих моделей также приведены в табл. 2 и отмечены «*». Как видно, с 2001 г. динамика комплексного показателя в этих областях весьма удовлетворительно описывается экспоненциальными моделями.

В результате исследования параметров регрессионных моделей можно условно выделить три группы административных территорий Украины.

Первую группу характеризуют низкие уровни оценок смертности вследствие злокачественных новообразований с учетом существующих уровней заболеваемости и значения скорости снижения оценок смертности — от малых до средних по сравнению со всеми административными территориями Украины. В эту группу можно отнести области западного региона Украины (Черновицкую, Львовскую, Волынскую, Тернопольскую и Закарпатскую), а также Сумскую, Винницкую и Житомирскую.

В состав второй группы включены Одесская и Херсонская области. При наибольших значениях скорости уменьшения оценок смертности вследствие злокачественных новообразований с учетом существующих уровней заболеваемости наблюдаются также наивысшие значения параметра b . Следует еще раз отметить, что параметр b характеризует уровень моделируемого показателя лишь в первый год исследуемого периода, а затем служит вкладом в изменение динамики как ускорение. Таким образом, при сохранении текущих тенденций

можно ожидать, что ситуация относительно смертности вследствие злокачественных новообразований в Одесской и Херсонской областях нормализуется в ближайшие годы.

Таблица 2. Характеристики экспоненциальных регрессионных моделей динамики показателя «комплексная оценка смертности вследствие злокачественных новообразований» за 1993–2010 гг.

Административно-территориальная единица	Комплексная оценка смертности от злокачественных новообразований				
	R ²	<i>a</i>	Зн.	<i>b</i>	Зн.
АР Крым	0,946	– 0,0380	2,3·10 ⁻⁶	46,08	2,6·10 ⁻¹¹
Винницкая обл.	0,663	– 0,0195	4,1·10 ⁻³	31,19	8,2·10 ⁻¹⁰
Волинская обл.	0,539	– 0,0216	1,6·10 ⁻²	32,80	1,5·10 ⁻⁸
Днепропетровская обл.	0,844	– 0,0265	1,7·10 ⁻⁴	48,09	1,7·10 ⁻¹⁰
Донецкая обл.	0,823	– 0,0233	2,9·10 ⁻⁴	43,12	1,1·10 ⁻¹⁰
Житомирская обл.	0,740	– 0,0180	1,4·10 ⁻³	38,19	1,0·10 ⁻¹⁰
Закарпатская обл.	0,493 / 0,902*	0,0151 / – 0,0411*	2,4·10 ⁻² / 2,7·10 ⁻⁵ *	28,27 / 36,83*	1,8·10 ⁻⁹ / 6,8·10 ⁻¹⁰ *
Запорожская обл.	0,929	– 0,0327	7,2·10 ⁻⁶	50,28	2,6·10 ⁻¹¹
Ивано-Франковская обл.	0,763	– 0,0227	9,6·10 ⁻⁴	39,69	3,9·10 ⁻¹⁰
Киевская обл.	0,846	– 0,0196	1,6·10 ⁻⁴	44,43	1,4·10 ⁻¹¹
Кировоградская обл.	0,356 / 0,951*	0,0160 / – 0,0323*	6,9·10 ⁻² / 1,6·10 ⁻⁶ *	38,37 / 48,03*	2,6·10 ⁻⁸ / 5,0·10 ⁻¹² *
Луганская обл.	0,754	– 0,0349	1,1·10 ⁻³	48,30	1,4·10 ⁻⁸
Львовская обл.	0,838	– 0,0137	2,0·10 ⁻⁴	29,62	1,0·10 ⁻¹²
Николаевская обл.	0,657	– 0,0170	4,5·10 ⁻³	40,81	3,1·10 ⁻¹⁰
Одесская обл.	0,916	– 0,0400	1,4·10 ⁻⁵	55,66	2,8·10 ⁻¹⁰
Полтавская обл.	0,875	– 0,0272	7,1·10 ⁻⁵	43,89	7,5·10 ⁻¹¹
Ровенская обл.	0,711	– 0,0239	2,2·10 ⁻³	43,09	1,7·10 ⁻⁹
Сумская обл.	0,431	– 0,0207	3,9·10 ⁻²	37,98	5,7·10 ⁻⁸
Тернопольская обл.	0,453	– 0,0075	3,3·10 ⁻²	32,31	1,3·10 ⁻¹¹
Харьковская обл.	0,950	– 0,0418	1,7·10 ⁻⁶	45,49	4,2·10 ⁻¹¹
Херсонская обл.	0,963	– 0,0463	5,0·10 ⁻⁷	60,63	2,6·10 ⁻¹¹
Хмельницкая обл.	0,672	– 0,0133	3,7·10 ⁻³	41,02	3,3·10 ⁻¹¹
Черкасская обл.	0,923	– 0,0471	9,8·10 ⁻⁶	44,87	6,8·10 ⁻¹⁰
Черниговская обл.	0,864	– 0,0257	9,8·10 ⁻⁵	40,89	6,7·10 ⁻¹¹
Черновицкая обл.	0,480	– 0,0147	2,6·10 ⁻²	32,40	1,8·10 ⁻⁹
Украина	0,972	– 0,0260	1,6·10 ⁻⁷	42,59	8,2·10 ⁻¹⁴

* Характеристики экспоненциальных регрессионных моделей динамики комплексного показателя за сокращенный период: 2001–2010 гг.

Третью группу характеризуют средний по Украине уровень оценок смертности вследствие злокачественных новообразований с учетом существующих уровней заболеваемости и средняя скорость снижения оценок смертности. К этой группе следует отнести все административные территории, не вошедшие в первые две выделенные группы.

Выводы. Для оценивания здоровья населения различных административных территорий относительно злокачественных новообразований необходимо проанализировать динамику одновременно трех показателей медицинской статистики (распространенности, заболеваемости злокачественными новообразованиями и смертности вследствие такого заболевания), для этого нужно исследовать сочетания около 15 переменных для каждой административной территории отдельно.

Использование показателя «комплексной оценки смертности вследствие заболевания злокачественными новообразованиями», основанного на этих трех стандартных показателях медицинской статистики и характеризующего риск смертности с учетом существующего уровня заболеваемости злокачественными новообразованиями, значительно упрощает задачу сравнительного анализа состояния населения различных административных территорий.

Динамика комплексного показателя в 24-х административных территориях Украины за 1993–2010 гг., а также в Закарпатской и Кировоградской обл. за 2001–2010 гг. статистически достоверно описывается экспоненциальными регрессионными моделями. Это позволяет формализовать процесс дальнейшего сравнительного анализа, а также учитывать при анализе уровень показателя, направление его динамики, а также скорость и ускорение изменения его значений.

Уровни оценок смертности населения всех административных территорий Украины вследствие заболевания злокачественными новообразованиями (с учетом существующих уровней заболеваемости) в течение последних десяти лет снижаются. Это согласуется с опубликованными наблюдениями о снижении уровня смертности вследствие заболевания злокачественными новообразованиями [7–10]. На наш взгляд, при наблюдаемом старении населения и поскольку возраст считается одним из основных факторов увеличения заболеваемости населения злокачественными новообразованиями [15], такое снижение оценок смертности может свидетельствовать о повышении эффективности применяемых методов лечения.

Сравнительный анализ оценок смертности вследствие заболевания злокачественными новообразованиями при существующих уровнях заболеваемости в различных административных территориях Украины позволяет условно выделить три группы: с наилучшими показателями; со средними по Украине значениями рисков и скорости снижения их уровней; а также Одесскую и Херсонскую области, в которых на начало исследуемого периода (1993–1994 гг.) наблюдались наивысшие уровни оценок смертности, и которые, однако, имеют наивысшие значения скорости (и ускорения) снижения этих уровней в течение 1993–2010 гг. Результаты такого сравнительного анализа могут применяться для мониторинга и управления предоставлением медицинских услуг в Украине.

Использование подобного комплексного показателя может быть полезным не только для анализа состояния населения относительно заболевания злокачественными новообразованиями, но и применительно к другим широко распро-

страненным хроническим заболеваниям (например, сердечнососудистой системы, органов дыхания и др.).

1. *Наказ* МОЗ № 1 від 08.01.2004 р. «Про удосконалення моніторингу первинної медико-санітарної допомоги на засадах сімейної медицини та уніфікації відповідної облікової медичної документації». — <http://www.moz.gov.ua>.
2. *Гойда Н.Г.* Якість медичного забезпечення — основна мета охорони здоров'я в Україні // *Охорона здоров'я України*. — 2005. — № 3–4 (18–19). — С. 26–29.
3. *Лехан В.М., Слабкий Г.О., Шевченко М.В.* Стратегія розвитку системи охорони здоров'я: Український вимір. — Київ: 2009. — 50 с.
4. *Постанова* КМ України № 14 від 10 січня 2002 р. «Про затвердження Міжгалузевої комплексної програми «Здоров'я нації» на 2002–2011 роки». — <http://www.health.gov.ua/www.nsf/0/8fffe28e6f109344c2256e4d003982c0?OpenDocument>.
5. *Постанова* КМ України № 392 від 29 березня 2002 р. «Про затвердження Державної програми «Онкологія» на 2002–2006 роки». — <http://zakon1.rada.gov.ua>.
6. *Официальная* страница «Национального канцер реестра Украины». — <http://www.i.com.ua/~ucr>.
7. *Федоренко З.П., Гайсенко А.В., Гулак Л.О., Горох Є.Л. та ін.* Рак в Україні 2009–2010. Захворюваність, смертність, показники діяльності онкологічної служби: Бюлетень національного канцер-реєстру України. — 2011. — № 12.
8. *Приходько О.* Подолаємо рак разом! // *Аптека*. — 2010. — № 727 (6). — <http://www.arteka.ua/article/27131>.
9. *МОЗ* оприлюднив всю правду про рак в Україні. Інтернет-издание «Украинский обозреватель», 01.02.2011 г. — <http://ukr.obozrevatel.com/news/moz-oprilyudniv-vsuyu-pravdu-pro-rak-v-ukraini.htm>.
10. *Щепотін І.Б., Федоренко З.П., Гайсенко А.В., Гулак Л.О. та ін.* Порівняльна характеристика стану ураження злоякісними новоутвореннями міського та сільського населення України // *Клінічна онкологія*. — 2011. — № 1 (1). — <http://www.clinicaloncology.com.ua>.
11. *Cancer mortality rates experience steady decline / American Association for Cancer Research*. — 2009. — <http://www.disabled-world.com/health/cancer/cancer-mortality-rates.php>.
12. *Анализ* заболеваемости и смертности от злокачественных новообразований в Курганской области по данным социально-гигиенического мониторинга / Отдел социально-гигиенического мониторинга ГУ «Медицинский информационно-аналитический центр в Курганской области». — 2009. — http://www.45.rospotrebnadzor.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=352:2009-12-17-12-37-43&catid=9:2009-10-13-02-19-16&Itemid=53.
13. *Газизов М.А., Борисова М.В., Назмиева Л.Р.* Заболеваемость и смертность населения муниципального района от злокачественных новообразований // *Профилактическая медицина*. — 2010. — № 2. — С. 3–36.
14. *База* демографических и медико-статистических показателей «Здоровье для всех». — <http://www.euro.who.int/InformationSources/Data>.
15. *Основні* причини й поширеність злоякісних пухлин // Гуманітарний проект «Рак ... Життя триває!». — http://www.cancer.ic.ck.ua/u_index_3_1.htm.

Международный научно-учебный центр
информационных технологий и систем
НАН Украины и Министерства образования
и науки, молодежи и спорта Украины, Киев

Получено 10.10.2011