

УДК 314.18+519.248

# Комплексные индикаторы для анализа причинной смертности населения

**Н. С. Рогозинская, Л. М. Козак**

Международный научно-учебный центр информационных технологий и систем НАН и МОН Украины, Киев, Украина

## Резюме

Исследование заболеваемости и причинной смертности населения является необходимым для оценивания эффективности медицинской помощи на различных уровнях организации здравоохранения (лечебное учреждение, город, район, область, страна). Представлен анализ динамики показателей медицинской статистики — распространенности, заболеваемости и смертности вследствие заболеваний, которые являются основными причинами смертности и наиболее распространены на территории Украины. Для более полного анализа эти показатели рассматриваются совместно — предложен комплексный индикатор «оценка смертности вследствие заболевания», который характеризует риск причинной смертности при данном уровне заболеваемости. Использование комплексного индикатора позволит повысить информативность анализа динамики состояния здоровья населения различных административно-территориальных единиц и не повлечет дополнительных затрат для сбора информации.

**Ключевые слова:** показатели качества, ключевые индикаторы, корреляционный анализ, причинная смертность.

**Клин. информат. и Телемед. 2013. Т.9. Вып.10. с.108–116**

## Введение

В настоящее время в Украине происходит реформирование здравоохранения. Значительные перемены произошли, прежде всего, в организации оказания первичной медицинской помощи. Однако изменения затронули и другие уровни системы здравоохранения, в том числе и уровень управления.

В частности, приказ Минздрава Украины № 743 от 02 ноября 2011 г. устанавливает перечень индикаторов качества медицинской помощи, которые разбиты на группы по уровню организации медицинской помощи. Во всех таких группах встречаются показатели смертности: материнской, младенческой, смертности в стационаре, смертности до приезда скорой помощи и т. д. Смертность вследствие различных заболеваний принимается во внимание лишь для оценивания качества стационарной медицинской помощи, причем рассматривается лишь причинная летальность в стационаре.

На наш взгляд, перечень указанных индикаторов качества медицинской помощи не позволяет универсально оценить качество организации и предоставления медицинской помощи, с дальнейшим сравнительным анализом на различных уровнях здравоохранения, а также на уровне общего управления обеспечением удовлетворительного состояния здоровья населения. К этому перечню следует добавить показатели распространенности, заболеваемости и смертности вследствие заболеваний, которые являются основными причинами смертности и наиболее распространены среди населения Украины. Динамика таких показателей качественно отражает и профилактиче-

скую, и терапевтическую составляющие медицинской помощи, а также говорит о своевременности и тщательности выявления заболеваний.

Добавление новых индикаторов желательно увеличит перечень оценок, однако устранение этого недостатка осуществимо путем применения средств математического анализа и создания комплексных индикаторов. Комплексные индикаторы отражают сбалансированное, сочетанное влияние нескольких переменных одновременно. Построение таких индикаторов подчиняется ряду требований, которые предъявляются к сбалансированным показателям в здравоохранении [1], и, кроме того, при их построении необходимо учитывать характеристики составляющих переменных, чтобы математические преобразования были применены корректно, не исказили смысла составляющих показателей и позволили адекватно трактовать результаты исследований.

**Цель данной работы** — формирование комплексных индикаторов, характеризующих состояние населения различных областей Украины с учетом смертности вследствие заболеваний, являющихся наиболее распространенными и основными причинами смертности, и исследование состояния здоровья населения с помощью предложенных комплексных индикаторов.

## Материалы и методы

Перечень исследуемых показателей составлен согласно основным статисти-

ческим обзором по состоянию здоровья населения Украины [2, 3]. По этому перечню для исследования причинной смертности населения различных областей Украины сформированы выборки данных, включающие показатели первичной заболеваемости, распространенности и смертности вследствие заболевания (каждый показатель в расчете на 100 тыс. населения определенной административно-территориальной единицы): (1) заболевания системы кровообращения; (2) заболевания органов дыхания; (3) сахарный диабет; (4) все формы активного туберкулеза; (5) злокачественные новообразования; (6) заболевания мочеполовой системы; (7) заболевания нервной системы; (8) заболевания органов пищеварения.

В исследуемые выборки вошли медико-статистические показатели из ежегодных отчетов Центра медицинской статистики Украины за 2004–2011 гг. [3], что составило трехмерную матрицу размером  $24 \times 26 \times 8$ , где:

24 показателя = 8 нозологий  $\times$  3 статистических характеристики (заболеваемость, распространенность, причинная смертность);

26 административно-территориальных единиц = 24 области + Украина в целом + АР Крым;

8 лет в течение периода 2004–2011 гг.

Для обнаружения факторов влияния на состояние населения относительно заболеваемости и смертности вследствие исследуемых заболеваний была оценена взаимосвязь между динамикой приведенных медико-статистических и следующих социально-экономических показателей за 2004–2010 гг., взятых с официального сайта Национального Комитета статистики Украины.

С целью обеспечения однородности сформированные выборки данных были подвергнуты предварительному статистическому анализу.

Выделены выпадающие значения. Для этого выборки данных были оценены посредством параметрического критерия выбраковки критических значений [4]. Выпадающие значения были заменены средними арифметическими значениями двух соседних точек, а при отсутствии пары соседних точек — посредством линейной аппроксимации предыдущего или последующего ряда.

Оценена вариация выборок данных отдельно по каждому медико-статистическому показателю, для каждой административно-территориальной единицы в течение исследуемого периода. Значения коэффициента вариации не превышали 30% во всех случаях, кроме смертности вследствие заболеваний органов дыхания в Ивано-Франковской обл., смертности от сахарного диабета

в Хмельницкой обл., смертности от туберкулеза в Херсонской обл. и смертности вследствие заболеваний нервной системы в Черкасской обл.

Анализ рядов социально-экономических данных показал, что для плотности населения, количества врачей и амбулаторно-поликлинических учреждений значение коэффициента вариации было значительно меньше 30%; для эквивалентов реального годового дохода и валового регионального продукта значение коэффициента вариации превысило 30%, однако было выше 40% лишь в одном случае — валовой региональный доход в Днепропетровской области.

По результатам анализа вариации выборок данных нами принято считать их однородными.

При оценке соответствия распределения вероятности для выборок нормальному распределению (по каждому медико-статистическому показателю, для каждой административно-территориальной единицы в течение исследуемого периода) с использованием коэффициента Колмогорова-Смирнова выявлено, что распределение близко к нормальному, и, следовательно, для дальнейшего анализа следует использовать стандартные параметрические методы и коэффициенты.

Для исследования состояния населения различных административно-территориальных единиц Украины с учетом смертности вследствие заболеваний, являющихся наиболее распространенными и основными причинами смертности, сформированные однородные выборки медико-статистических показателей были подвергнуты анализу динамики и автокорреляции показателей. По результатам проведенного исследования выборок отдельных медико-статистических показателей сделан вывод о целесообразности исследования заболеваемости, распространенности и смертности вследствие заболевания по каждой нозологии в едином комплексе.

Для выявления тенденции взаимосвязи динамики медико-статистических и социально-экономических показателей рассчитаны коэффициенты корреляции Пирсона и определена доля статистически значимых коэффициентов одного знака (рассматривались лишь  $|R| \geq 0,7$ ,  $p \leq 0,05$ ), а также проведено оценивание отличия этой доли от доли значимых коэффициентов противоположного знака с применением критерия Стьюдента для дихотомических данных (с поправкой Йэйтса) [5], рассчитанного согласно выражению:

$$t_{эмн} = \frac{|p_1 - p_2| - \frac{1}{n}}{\sqrt{\frac{1}{n}(p_1(1-p_1) + p_2(1-p_2))}},$$

где  $t_{эмн}$  — эмпирическое значение коэффициента Стьюдента (с поправкой Йэйтса), которое сравнивалось с критическим значением:  $t_{крит} = 2,6778$  для  $v = 26 \times 2 - 2 = 50$  степеней свободы при  $p \leq 0,01$ ;  $p_1, p_2$  — доли значимых коэффициентов корреляции со знаком «+» и «-» соответственно;  $n$  — размер выборки, по которой рассчитаны сравниваемые доли.

## Результаты собственных исследований

### Анализ динамики состояния населения различных территорий с использованием основных показателей медицинской статистики

При исследовании типовых признаков наступления кризиса [6] показано, что если в нелинейных системах каждое новое значение зависит от предыдущего, то это свидетельствует о развитии «памяти» процесса, запаздывании реакции его динамики на изменения внешних факторов. Такая инерционность может говорить о приближении состояния нелинейной системы к критическому переходу. Мерой линейной связи между смежными наблюдениями, разделенными определенными временными интервалами, является коэффициент автокорреляции [7]. При анализе динамики 24 исследуемых показателей медицинской статистики были рассчитаны коэффициенты автокорреляции первого и второго порядка и оценена статистическая достоверность результатов (табл. 1, приведены результаты расчетов, уровень значимости которых не ниже 5%). Коэффициент автокорреляции первого порядка показывает силу линейной связи между значениями текущего и предыдущего года, а второго порядка — со значениями на два года раньше текущего (запаздывание динамики на 2 года). Приближение состояния процесса к критическому переходу мы рассматриваем как увеличение вероятности его резких изменений в ближайшее время.

Как видно из результатов оценивания автокорреляции исследуемых данных, количество значимых коэффициентов не превышает 4 из 26 для каждого ис-

следуемого показателя. Следовательно, нельзя сказать, что исследуемые процессы приближаются к критическому переходу по всей территории Украины. Однако в некоторых областях наблюдаются достаточно высокие значения коэффициентов автокорреляции первого и второго порядков, на которые следует обратить внимание: такие показатели могут свидетельствовать как о неудовлетворительном состоянии здоровья населения данных административно-терри-

ториальных единиц, так и об отсутствии полноты сбора статистических данных в этих регионах. При рассмотрении динамики показателей нужно обращать внимание на наличие либо отсутствие значимого коэффициента автокорреляции для территорий, в которых замечены негативные тенденции.

При исследовании динамики заболеваемости, распространенности и смертности вследствие заболеваний выявлены следующие особенности изменения

отдельных показателей для восьми исследуемых нозологических групп.

Заболевания системы кровообращения: распространенность возрастает в течение 2004–2011 гг., в то время как первичная заболеваемость и смертность вследствие заболеваний системы кровообращения сохраняет значение примерно на одном уровне.

Заболевания органов дыхания: распространенность возрастает с малой интенсивностью в течение исследуемого

Табл. 1. Значимые коэффициенты автокорреляции медико-статистических показателей.

Нозология	Медико-статистический показатель, на 100 тыс. населения	Административно-территориальная единица	Коэффициенты автокорреляции	
			первого порядка	второго порядка
			$r_1$ (уровень значимости)	$r_2$ (уровень значимости)
Заболевания мочеполовой системы	Смертность	Хмельницкая обл.	0,74 ( $p \leq 0,05$ )	0,74 ( $p \leq 0,05$ )
Все формы активного туберкулеза	Распространенность	Донецкая обл.	0,71 ( $p \leq 0,05$ )	0,68 ( $p \leq 0,05$ )
		Ивано-Франковская обл.	0,63 ( $p \leq 0,05$ )	---
		Херсонская обл.	0,66 ( $p \leq 0,05$ )	---
	Заболеваемость	Харьковская обл.	0,66 ( $p \leq 0,05$ )	---
		Херсонская обл.	0,64 ( $p \leq 0,05$ )	0,63 ( $p \leq 0,05$ )
	Смертность	Закарпатская обл.	---	0,66 ( $p \leq 0,05$ )
		Тернопольская обл.	---	0,62 ( $p \leq 0,05$ )
Херсонская обл.		0,78 ( $p \leq 0,05$ )	0,77 ( $p \leq 0,05$ )	
Сахарный диабет	Распространенность	Житомирская обл.	0,63 ( $p \leq 0,05$ )	---
		Ровненская обл.	0,63 ( $p \leq 0,05$ )	---
	Заболеваемость	АР Крым	0,70 ( $p \leq 0,05$ )	---
		Житомирская обл.	0,72 ( $p \leq 0,05$ )	---
		Закарпатская обл.	0,64 ( $p \leq 0,05$ )	---
	Смертность	Ровненская обл.	0,72 ( $p \leq 0,05$ )	---
		Житомирская обл.	0,80 ( $p \leq 0,01$ )	0,63 ( $p \leq 0,05$ )
		Ровненская обл.	0,64 ( $p \leq 0,05$ )	0,74 ( $p \leq 0,05$ )
Хмельницкая обл.		0,68 ( $p \leq 0,05$ )	0,76 ( $p \leq 0,05$ )	
Заболевания органов дыхания	Заболеваемость	Черновицкая обл.	---	0,72 ( $p \leq 0,05$ )
		Киевская обл.	0,63 ( $p \leq 0,05$ )	---
		Кировоградская обл.	0,67 ( $p \leq 0,05$ )	---
		Николаевская обл.	0,65 ( $p \leq 0,05$ )	---
	Смертность	Ровненская обл.	0,63 ( $p \leq 0,05$ )	---
		Волынская обл.	0,69 ( $p \leq 0,05$ )	0,63 ( $p \leq 0,05$ )
		Ивано-Франковская обл.	0,78 ( $p \leq 0,05$ )	0,71 ( $p \leq 0,05$ )
		Ровненская обл.	0,64 ( $p \leq 0,05$ )	---

периода, равно как и первичная заболеваемость. Следует отметить, что уровень распространенности превышает уровень заболеваемости болезнями органов дыхания весьма незначительно, примерно на 10%. В то время, как уровень смертности вследствие болезней органов дыхания ниже уровня заболеваемости примерно в 500–800 раз и снижается в течение исследуемого периода.

Заболевания органов пищеварения: распространенность сохраняется примерно на одном уровне в течение исследуемого периода. Наблюдается значительный разброс значений по административно-территориальным единицам: самый низкий уровень распространенности этих заболеваний наблюдается в АР Крым и Запорожской области и составляет около 7,5 тыс. на 100 тыс. населения, а самый высокий — в Полтавской, Винницкой, Киевской и Харьковской областях — составляет около 21 тыс. зарегистрированных случаев на 100 тыс. населения. Разброс значений по административно-территориальным единицам наблюдается и для первичной заболеваемости. Наивысший уровень заболеваемости органов пищеварения наблюдается в Закарпатской области, при этом значения данного показателя снижаются от 6,9 тыс. на 100 тыс. населения в 2004 г. до 5,2 тыс. на 100 тыс. населения в 2011 г. Уровень первичной заболеваемости в других областях остается приблизительно постоянным в течение исследуемого периода, значения для разных областей находятся в пределах 1–5 тыс. на 100 тыс. населения. Уровень смертности вследствие заболеваний органов пищеварения увеличивается примерно на 10–20% в течение 2004–2008 гг., а затем уменьшается до уровня 2004 г. за 2009–2011 гг.

Сахарный диабет: распространенность в различных административно-территориальных единицах Украины превышает первичную заболеваемость примерно в 10 раз и смертность примерно в 200–300 раз. При этом уровень распространенности, как и первичной заболеваемости, растет в течение исследуемого периода, а уровень смертности сохраняет приблизительно одинаковое значение. Следует отметить, что в течение 2004–2008 гг. уровень первичной заболеваемости в Харьковской области превышал показатели в других административно-территориальных единицах примерно на 30%, а с 2009 г. — лишь приблизительно на 5%. Уровень смертности вследствие заболеваний сахарным диабетом в Кировоградской области имеет заметный всплеск в 2006 г. — его значение увеличилось примерно в 1,5 раза по сравнению с уровнями 2005 и 2007 гг. Коэффициенты автокорреля-

ции медико-статистических показателей в этих областях не являются статистически значимыми, что говорит об отсутствии вероятности резкого перелома ситуации в ближайшее время.

Злокачественные новообразования: распространенность растет в течение исследуемого периода во всех исследуемых административно-территориальных единицах. Первичная заболеваемость и смертность вследствие заболевания злокачественными новообразованиями сохраняют примерно одно и то же значение в течение 2004–2011 гг., причем уровень смертности составляет около 50% уровня первичной заболеваемости и около 10% уровня распространенности заболевания.

Все формы активного туберкулеза: распространенность снижается в течение исследуемого периода, в то время как заболеваемость и причинная смертность остаются примерно на одном уровне. Кроме того, показатели заболеваемости, смертности и распространенности в Херсонской области значительно (на 30–60%) превышают показатели по всем остальным исследуемым территориям в течение 2004–2007 гг., а начиная с 2008 г. просто являются наивысшими среди показателей исследуемых административно-территориальных единиц.

Заболевания нервной системы: распространенность, первичная заболеваемость и смертность в течение 2004–2011 гг. сохраняются на одном и том же уровне во всех исследуемых административно-территориальных единицах. Наблюдается значительный разброс уровней всех трех показателей в различных областях: наивысшие уровни превышают самые низкие в 4–6 раз.

Заболевания мочеполовой системы: распространенность снижается в течение исследуемого периода. Наивысшие ее значения наблюдаются в Днепропетровской и Харьковской областях. При этом первичная заболеваемость сохраняется приблизительно на одном и том же уровне во всех исследуемых территориях, кроме Харьковской области, в которой уровень заболеваемости снижается, начиная с 2005 г., и Днепропетровской области, в которой уровень заболеваемости растет в течение исследуемого периода до 2010 г. включительно. Уровень смертности вследствие заболеваний мочеполовой системы снижается во всех исследуемых административно-территориальных единицах в течение всего исследуемого периода.

Визуальный анализ динамики состояния населения различных территорий является очень приблизительным и малоинформативным. В связи с этим, ис-

следователи вынуждены ограничиться лишь приблизительными заключениями либо сузить область рассмотрения — исследовать лишь показатели причинной смертности, заболеваемости или распространенности заболевания [8–10]. Однако ни одному из трех исследуемых медико-статистических показателей невозможно отдать предпочтение при оценивании состояния здоровья населения. Все они обладают одинаковой значимостью: при самых низких уровнях смертности большая распространенность заболевания приводит к потерям работоспособности большей части населения, высокий уровень первичной заболеваемости может свидетельствовать о распространении эпидемического процесса, высокая смертность также является, несомненно, негативной характеристикой, даже если при этом распространенность заболевания является низкой, и т. д. Показатели заболеваемости, распространенности заболевания и причинной смертности являются независимыми по предпочтению для оценивания влияния определенного заболевания на состояние населения и принятия управленческих решений в области здравоохранения. Следовательно, целесообразно осуществлять мониторинг и исследовать эти три показателя в едином комплексе.

### Применение комплексного индикатора для анализа состояния населения различных регионов

Для того чтобы формализовать анализ динамики показателей и, таким образом, уменьшить погрешности визуального оценивания, мы предложили применить регрессионный анализ [11]. Поскольку даже формализация динамики перечня показателей является чрезмерно трудоемкой и может содержать погрешности на многих этапах анализа, были представлены аргументы в пользу рассмотрения заболеваемости, смертности и распространенности в составе единого комплексного индикатора. Для исследования состояния населения различных административно-территориальных единиц и, в частности, для анализа его динамики, мы предлагаем использовать комплексный индикатор вида:

$$EDdis = \frac{DRdis}{DIS} \cdot DISnew, \quad (1)$$

где  $EDdis$  — комплексный индикатор «оценка смертности вследствие заболевания», характеризующий риск

причинной смертности при данном уровне заболеваемости, на 100 тыс. населения;

*DRdis* – смертность вследствие заболевания, на 100 тыс. населения;

*DIS* – распространенность заболевания, на 100 тыс. населения;

*DISnew* – заболеваемость, на 100 тыс. населения.

Такой индикатор учитывает взаимные соотношения заболеваемости, распространенности заболеваний и причинной смертности и позволяет оценить состояние населения относительно данного заболевания в комплексе. Аналитическое исследование показывает, что при высокой заболеваемости и низкой смертности распространенность заболевания будет достаточно высокой, а значения комплексного индикатора – низкими. При малых уровнях распространенности и смертности вследствие заболевания значения комплексного индикатора будут, в основном, зависеть от уровня заболеваемости. При низкой заболеваемости и высокой смертности распространенность заболевания будет небольшой, однако уровень комплексного индикатора «оценка смертности вследствие заболевания» будет высоким. Если при низком уровне распространенности наблюдается высокий уровень заболеваемости и смертности, то значение комплексного показателя будет высоким по сравнению с показа-

телями всех административных территорий Украины.

Комплексный подход позволяет провести сравнительный анализ как по различным регионам, так и по различным заболеваниям значительно проще, что уменьшает погрешности оценок.

Нами проведен сравнительный анализ стандартных показателей медицинской статистики по заболеваниям, которые являются основными причинами смертности или основными распространенными заболеваниями на территории Украины за 2011 г. (табл. 2), и комплексных индикаторов «оценка смертности вследствие заболевания» (табл. 3).

Как видно из анализа табл. 2 и 3, применение комплексного индикатора позволяет оценить риск смертности вследствие определенного заболевания с учетом соотношения текущих уровней заболеваемости и распространенности. Порядок расположения нозологий, представленный в табл. 2 соответствует порядку, представленному в табл. 3, за исключением трех заболеваний: злокачественные новообразования, болезни органов пищеварения и дыхания. При ранжировании по убыванию коэффициента причинной смертности эти нозологии следуют именно в таком порядке.

Однако если учесть высокий уровень заболеваемости и распространенности среди населения Украины болезней

органов дыхания, то оценка смертности вследствие этих заболеваний выдвигается на передний план. Уровни заболеваемости и распространенности болезней органов пищеварения значительно превышают уровни этих показателей для заболеваемости злокачественными новообразованиями. Однако соотношение заболеваемости и смертности вследствие заболеваний органов пищеварения является низким по сравнению с заболеваниями злокачественными новообразованиями: смертность населения Украины вследствие заболевания злокачественными новообразованиями в 2011 г. составила 55% от первичной заболеваемости, а соответствующее соотношение для заболеваний органов пищеварения составляет лишь 2%. Поэтому угроза смертности вследствие заболевания злокачественными новообразованиями значительно превышает угрозу смертности от заболеваний органов пищеварения. Следовательно, угрозы смертности вследствие заболеваний органов дыхания, злокачественных новообразований и заболеваний органов пищеварения убывают в таком порядке, какой представлен в табл. 3.

Анализируя динамику комплексных индикаторов «оценка смертности вследствие заболевания» для исследуемых нозологий по различным административно-территориальным единицам Украины за 2004–2011 гг., отметим следующие особенности.

**Табл. 2. Медико-статистические показатели по Украине за 2011 г., ранжированные в порядке снижения уровня причинной смертности.**

Нозология	Распространенность, на 100 тыс. населения	Заболеваемость, на 100 тыс. населения	Смертность, на 100 тыс. населения
Заболевания системы кровообращения	57 967,20	5 145,20	965,70
<i>Злокачественные новообразования</i>	2 227,00	<b>348,80</b>	<b>193,20</b>
<i>Заболевания органов пищеварения</i>	<b>18 025,30</b>	2 871,60	55,30
<i>Заболевания органов дыхания</i>	<b>37 602,00</b>	<b>31 027,90</b>	39,20
Все формы активного туберкулеза	155,10	67,20	15,20
Заболевания нервной системы	4 898,50	1 631,80	13,20
Заболевания мочеполовой системы	10 074,90	4 594,80	6,50
Сахарный диабет	2 773,10	254,90	4,90

1. Уровни комплексных индикаторов «оценка смертности вследствие заболевания» болезнями системы кровообращения снижаются в течение исследуемого периода. В Харьковской обл. уровень этого индикатора превышает наивысшие значения по другим территориям (Черниговская и Винницкая обл.) примерно в 1,5 раза, а самые низкие показатели (Запорожская и Луганская обл.) — в 3 раза в течение всего исследуемого периода.

2. Уровни комплексных индикаторов для заболеваний органов дыхания снижаются в течение исследуемого периода. При этом в Волынской области происходит резкий спад: оценка смертности в 2004 г. (113,69 случаев на 100 тыс. населения) превышает уровень 2011 г. (62,63 случая на 100 тыс. населения) почти в два раза. В начале исследуемого периода значения показателя в Волынской обл. превышали значения по всем остальным территориям почти в 1,5 раза, а в 2010–2011 гг. вышли на уровень самых высоких показателей, приняв значения ниже уровней Полтавской и Черкасской областей.

3. Значения комплексных индикаторов «оценка смертности вследствие заболевания» злокачественными новообразованиями снижаются приблизительно на 10% в течение исследуемого периода. Значения комплексного индикатора для Кировоградской и Запорожской областей являются наивысшими по всем исследуемым административно-территориальным единицам Украины в течение исследуемого периода.

4. Уровни комплексных индикаторов для заболеваний системы пищеварения снижаются, начиная с 2009 г. Наивысшие значения комплексного индикатора сохраняются в Закарпатской обл. в течение всего исследуемого периода.

5. Значения комплексных индикаторов «оценка смертности вследствие заболевания» всеми формами активного туберкулеза несколько снижаются в течение 2009–2011 гг. Наивысшие значения наблюдаются в Херсонской и Луганской областях, причем уровень комплексного индикатора в Херсонской области значительно снижается в 2006–2009 гг., а в Луганской области — сохраняет наивысшие значения среди всех исследуемых территорий в течение всего периода.

6. Комплексные индикаторы для заболеваний нервной системы сохраняют приблизительно одни и те же уровни в течение исследуемого периода во всех исследуемых административно-территориальных единицах, кроме Закарпатской обл. Для этой области наблюдаются наивысшие значения комплексного индикатора, которые возрастают почти в 1,5 раза в 2008–2009 гг., а затем спадают до уровня 2007 г.

**Табл. 3. Комплексные индикаторы оценки смертности с учетом текущего уровня заболеваемости по Украине за 2011 г., ранжированные в порядке убывания.**

Нозология	Комплексный индикатор «оценка смертности вследствие заболевания», на 100 тыс. населения
Заболевания системы кровообращения	85,72
<b>Заболевания органов дыхания</b>	32,35
<b>Злокачественные новообразования</b>	30,26
<b>Заболевания органов пищеварения</b>	8,81
Все формы активного туберкулеза	6,59
Заболевания нервной системы	4,40
Заболевания мочеполовой системы	2,96
Сахарный диабет	0,45

7. При визуальном исследовании нет возможности выделить единую тенденцию динамики комплексных индикаторов «оценка смертности вследствие заболевания» болезнями мочеполовой системы по всем исследуемым территориям.

8. Уровни комплексных индикаторов для заболевания сахарным диабетом остаются приблизительно одинаковым в течение исследуемого периода, при этом в Ровненской и Кировоградской областях наблюдаются всплески в течение 2005–2007 гг.

Использование комплексного индикатора позволяет выделить регионы с наиболее неудовлетворительной ситуацией в течение определенного периода, и оценить состояние населения относительно причинной смертности с учетом заболеваемости и распространенности заболевания. Применение предложенного комплексного индикатора для выявления наиболее неблагополучных административно-территориальных единиц создает основы информационного обеспечения для обнаружения социально-экономических переменных, позволяющих отрегулировать состояние населения относительно заболеваемости и причинной смертности.

### **Анализ линейной связи социально-экономических и медико-статистических показателей**

Первым шагом выделения социально-экономических переменных для ана-

лиза их взаимосвязи с заболеваемостью и причинной смертностью населения явился аналитический обзор статистических показателей, по результатам которого для дальнейшего исследования были отобраны следующие 4 статистических показателя:

- реальный годовой доход на человека, эквивалент в долларах США по курсу на 01 июля каждого исследуемого года, который характеризует экономическое обеспечение населения;
- плотность населения, количество человек на кв. км, который характеризует санитарное состояние населения;
- количество врачей (без зубных), на 100 тыс. населения, как характеристики медицинского обеспечения населения административно-территориальной единицы;
- валовой региональный продукт на человека, эквивалент в долларах США по курсу на 01 июля каждого исследуемого года, который является общей экономической характеристикой благосостояния региона.

Далее анализировались тенденции линейной связи динамики выбранных социально-экономических и медико-статистических показателей по исследуемым административно-территориальным единицам. Рассчитаны коэффициенты корреляции Пирсона для пар показателей по каждой из 26 территорий и доли положительных статистически значимых коэффициентов ( $R \geq 0,7$ ,  $p \leq 0,05$ ) и отрицательных статистически значимых коэффициентов ( $R \leq -0,7$ ,  $p \leq 0,05$ ) среди 26 коэффициентов в каждом случае. Различия этих долей являются статистически значимыми ( $p \leq 0,01$ , табл. 4). В каждой ячейке

табл. 4 указаны значения коэффициентов корреляции с уровнем значимости их расчета и, через точку с запятой, доля таких коэффициентов с уровнем значимости ее отличия.

Статистически достоверная линейная связь динамики валового регионального продукта как управляющего фактора обнаружена лишь с динамикой распространенности заболеваний системы

кровообращения ( $R \geq 0,80$ ,  $p \leq 0,05$  для 53,85% административно-территориальных единиц,  $p \leq 0,01$ ).

Согласно выражению для расчета комплексного индикатора (1), его зависимость от распространенности заболеваний является нелинейной (гиперболической). Поэтому следует особо отметить случаи, когда значимые коэффициенты корреляции Пирсона, отобра-

жающие линейную связь между показателями, обнаружены для комплексных индикаторов, для распространенности заболеваний, но не обнаружены для показателей смертности и заболеваемости. Эти значения выделены в табл. 4 полужирным шрифтом.

Таким образом, использование комплексного индикатора при корреляционном анализе позволило получить

**Табл. 4. Доля значимых коэффициентов корреляции Пирсона при анализе динамики медико-статистических и социально-экономических показателей по 26 административно-территориальным единицам за 2004–2011 гг.**

Стат. показатели/Заболевания на 100 тыс. населения		Реальный годовой доход на человека	Плотность населения	Количество врачей (без зубных)
системы кровообр	Распростран.	$R \geq 0,75$ , $p \leq 0,05$ ; 88,46%, $p \leq 0,01$	$R \leq -0,85$ , $p \leq 0,01$ ; 96,15%, $p \leq 0,01$	$R \geq 0,75$ , $p \leq 0,05$ ; 69,23%, $p \leq 0,01$
	Компл. инд.	---	<b><math>R \geq 0,70</math>, <math>p \leq 0,05</math>; 57,69%, <math>p \leq 0,01</math></b>	---
органов дыхания	Распростран.	---	$R \leq -0,80$ , $p \leq 0,05$ ; 50,00%, $p \leq 0,01$	---
	Заболеваем.	Значимо коррелирует с динамикой распространенности ( $R \geq 0,90$ , $p \leq 0,01$ ; 96,15%, $p \leq 0,01$ )		
	Смертность	---	$R \geq 0,80$ , $p \leq 0,05$ ; 84,62%, $p \leq 0,01$	$R \leq -0,75$ , $p \leq 0,05$ ; 61,54%, $p \leq 0,01$
	Компл. инд.	---	$R \geq 0,80$ , $p \leq 0,05$ ; 84,62%, $p \leq 0,01$	$R \leq -0,80$ , $p \leq 0,05$ ; 53,85%, $p \leq 0,01$
злокачественные новообр.	Распростран.	$R \geq 0,75$ , $p \leq 0,05$ ; 76,92%, $p \leq 0,01$	$R < -0,80$ , $p \leq 0,01$ ; 96,15%, $p \leq 0,01$	$R > 0,75$ , $p \leq 0,05$ ; 69,23%, $p \leq 0,01$
	Компл. инд.	<b><math>R &lt; -0,75</math>, <math>p \leq 0,05</math>; 46,15%, <math>p \leq 0,01</math></b>	<b><math>R \geq 0,75</math>, <math>p \leq 0,05</math>; 80,77%, <math>p \leq 0,01</math></b>	<b><math>R \leq -0,80</math>, <math>p \leq 0,05</math>; 53,85%, <math>p \leq 0,01</math></b>
органов пищеварения	Распростран.	$R > 0,75$ , $p \leq 0,05$ ; 65,38%, $p \leq 0,01$	$R < -0,80$ , $p \leq 0,05$ ; 80,77%, $p \leq 0,01$	$R \geq 0,90$ , $p \leq 0,01$ ; 57,69%, $p \leq 0,01$
все формы активн. туберк.	Распростран.	$R \leq -0,75$ , $p \leq 0,05$ ; 50,00%, $p \leq 0,01$	$R \geq 0,80$ , $p \leq 0,05$ ; 76,92%, $p \leq 0,01$	$R \leq -0,75$ , $p \leq 0,05$ ; 50,00%, $p \leq 0,01$
	Заболеваем.	Значимо коррелирует с динамикой распространенности ( $R \geq 0,70$ , $p \leq 0,01$ ; 73,08%, $p \leq 0,01$ )		
нервной системы	Распростран.	Динамика распространенности значимо коррелирует с динамикой первичной заболеваемости ( $R \geq 0,70$ , $p \leq 0,05$ ; 61,54%, $p \leq 0,01$ )		
	Заболеваем.			
мочеполовой системы	Распростран.	$R > 0,70$ , $p \leq 0,05$ ; 53,85%, $p \leq 0,01$	$R < -0,75$ , $p \leq 0,05$ ; 57,69%, $p \leq 0,01$	---
	Заболеваем.	---	---	$R < -0,80$ , $p \leq 0,05$ ; 57,69%, $p \leq 0,01$
	Компл. инд.	---	<b><math>R \geq 0,75</math>, <math>p \leq 0,05</math>; 50,00%, <math>p \leq 0,01</math></b>	$R \leq -0,80$ , $p \leq 0,05$ ; 50,00%, $p \leq 0,01$
сахарн. диабет	Распростран.	$R \geq 0,75$ , $p \leq 0,05$ ; 92,31%, $p \leq 0,01$	$R \leq -0,80$ , $p \leq 0,05$ ; 96,15%, $p \leq 0,01$	$R \geq 0,80$ , $p \leq 0,05$ ; 76,92%, $p \leq 0,01$
	Заболеваем.	Значимо коррелирует с динамикой распространенности ( $R \geq 0,75$ , $p \leq 0,05$ ; 80,77%, $p \leq 0,01$ )		

новые знания, которые были недоступны без его применения.

В случаях, когда для более 50% исследуемых административно-территориальных единиц Украины найдена корреляционная связь динамики комплексных индикаторов оценки смертности вследствие заболеваний с динамикой плотности населения и не найдено линейной связи с другими социально-экономическими показателями, по нашему мнению, возможно наличие нелинейных связей с ними. Поскольку связь с плотностью населения является прямой, достаточно сильной и распространяется на не менее 50% территории — с увеличением плотности населения увеличиваются значения комплексных индикаторов для заболеваний системы кровообращения, органов дыхания, злокачественных новообразований и заболеваний мочеполовой системы — мы полагаем, что велика возможность обнаружить социально-экономические характеристики жизни населения, позволяющие изменить состояние здоровья населения Украины.

## Выводы

Показатели заболеваемости, распространенности и смертности вследствие заболеваний, которые являются основными причинами смертности или наиболее распространенными на территории Украины, необходимо учитывать при оценивании эффективности системы здравоохранения. Однако их анализ одновременно для различных административно-территориальных единиц, особенно их анализ в динамике, является чрезвычайно трудоемким и подверженным погрешностям. Поскольку все три показателя для каждого заболевания являются независимыми по предпочтению, то их нужно и можно рассматривать в едином комплексе.

С целью повышения информативности оценивания эффективности системы здравоохранения в Украине, а в частности для анализа состояния здоровья населения, нами предложен комплексный индикатор «оценка смертности вследствие заболевания с учетом текущего уровня заболеваемости». Значения данного индикатора вычисляются по основным показателям медицинской статистики и внедрение его в систему мониторинга не повлечет дополнительных затрат для сбора информации.

Предложенный индикатор является информативным и позволяет при

анализе динамики состояния здоровья населения различных административно-территориальных единиц выявить регионы с наихудшим положением относительно риска смертности вследствие заболевания с учетом текущего уровня заболеваемости.

## Литература

1. Smith P. C., Mossialos E., Papanicolas I. Оценка эффективности реформирования системы здравоохранения: опыт, проблемы и перспективы. Справочный документ №2. – ВОЗ, 2008. – Электронный ресурс: [http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0004/84370/E93697R.pdf](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0004/84370/E93697R.pdf).
2. Щорічна доповідь про стан здоров'я населення України та санітарно-епідемічну ситуацію. 2010 рік: [монографія] / за ред. О. В. Аніщенко. – К.: 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. Антомонов М. Ю. Математическая обработка и анализ медико-биологических данных. – К.: Фирма малого друку, 2006. – С. 71.
5. Гланц С. Медико-биологическая статистика. – Пер. с англ. – М.: Практика, 1998. – С. 132. (459 с.).
6. Злотин Б. Л., Зусман А. В. Типовые признаки наступления кризисов. – Электронный ресурс: [http://www.ideationtriz.com/ZZ-Lab/Nonlinear\\_phenomenon/Crisis\\_starting.htm](http://www.ideationtriz.com/ZZ-Lab/Nonlinear_phenomenon/Crisis_starting.htm).
7. Эконометрика: Учебник / Под ред. И. И. Елисеевой. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 344 с.
8. Мезенцева Н. І., Батиченко С. П. Суспільно-географічний аналіз захворюваності населення регіонів України // Часопис соціально-економічної географії: Міжрегіональний зб. наукових праць – Х.: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2009. – Вип. 7. – С. 130–134.
9. Філіппов Ю. О. Хвороби органів травлення в Україні: якість медичної допомоги населенню // Новини медицини та фармації. – Дніпропетровськ, 2008. – № 239. – С. 6–7.
10. Порівняльні дані про розповсюдженість хвороб органів дихання і медичну допомогу хворим на хвороби пульмонологічного та алергологічного профілю в Україні за 2007–2008 рр. – Національний інститут фізіотерії і пульмонології ім. Ф. Г. Яновського АМН України. – Электронный ресурс:

<http://www.ifp.kiev.ua/doc/staff/pulmukr2008.pdf>.

11. Рогозинская Н. С., Козак Л. М. Математические модели динамики статистических показателей для исследования состояния населения относительно заболевания злокачественными новообразованиями. // Межвед. сборник научн. трудов «Кибернетика и вычислительная техника». – Вып. 166. – МННЦ ИТиС НАН и МОНМС Украины, 2011 г. – С. 85–96.

## The integrated indicators for analysis of cause-specific mortality

**N. S. Rogozynska, L. M. Kozak**

*International Research and Training Center for Information Technologies and Systems of the National Academy of Sciences (NAS) of Ukraine and Ministry of Education and Science (MES) of Ukraine, Kiev, Ukraine*

### Abstract

Examination of the medical treatment effectiveness at different levels of health care (medical institution, city, region, state) requires studying of morbidity and cause-specific mortality. The paper gives an analysis of the dynamics of medical statistics indicators — prevalence, morbidity and mortality due to diseases that are major causes of death and the most prevalent in Ukraine. For more comprehensive analysis these indicators should be considered in a combination — as an integrated medical statistics indicator «the estimate of disease-caused death rate». Using the integrated indicator allows substantial improvement of the public health dynamics analysis in different administrative-territorial entities and does not require additional expenses on data collection.

**Key words:** quality score, key performance indicators, correlation analysis, disease-caused mortality.

## Комплексні індикатори для аналізу причинної смертності населення

**Н. С. Рогозинська, Л. М. Козак**

*Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем НАН і МОН України, Київ Україна*

### Резюме

Дослідження захворюваності та причинної смертності населення є необхідним при оцінюванні ефективності медичної допомоги на різних рівнях організації охорони здоров'я (лікувальний заклад, місто, район, область, держава). Надано результати аналізу динаміки показників медичної статистики — поширеності, захворюваності та смертності внаслідок



хвороб, які є основними причинами смертності та найбільш поширеними на території України. Для більш повного аналізу ці показники розглянуто у поєднанні — запропоновано комплексний індикатор «оцінка смертності внаслідок захворювання», що характеризує ризик причинної смертності за існуючого рівня захворюваності. Застосування комплекс-

ного індикатора дозволить підвищити інформативність аналізу динаміки стану здоров'я населення різних адміністративно-територіальних одиниць і не потребуватиме додаткових витрат для збору інформації.

**Ключові слова:** показники якості, ключові індикатори, кореляційний аналіз, причинна смертність.

### **Переписка**

д.б.н., **Л. М. Козак**

**Н. С. Рогозинская**

МСП, просп. Академика Глушкова 40

Київ, 03680, Україна

тел. +380 (67) 811 80 60

ел. пошта: lmkozak@mail.ru

nrogozynska@edc.com.ua