*УДК: 314.1*

# ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ИНДЕКСА НАРУШЕНИЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОПУЛЯЦИОННОГО ЗДОРОВЬЯ В ПЕРМСКОМ КРАЕ

© 2013 М.Ю. Цинкер, Д.А. Кирьянов, М.Р. Камалтдинов

Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения, г. Пермь

Поступила в редакцию 02.10.2013

Для количественной оценки популяционного здоровья предложен комплексный индекс нарушения здоровья. Индекс характеризует суммарные нарушения здоровья населения, формируемые заболеваемостью и смертностью населения с учетом тяжести заболеваний. Методика апробирована для оценки медико-демографической ситуации в Пермском крае.

Ключевые слова: *популяционное здоровье, комплексная оценка, комплексный индекс*

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) в качестве основных показателей, характеризующих здоровье, рассматривает медико-демографические показатели, к которым относятся смертность, заболеваемость, инвалидность и физическое развитие [1]. Использование таких показателей для решения задач в области оценки состояния здоровья населения сопряжено с неоднозначной интерпретацией оценок по отдельным показателям, не дающих комплексного представления о проблемах популяционного здоровья. Комплексная оценка состояния здоровья требует выполнения расчетов интегральных показателей [2-7]. В мировой и отечественной практике исследований в области медико-демографических процессов одним из наиболее популярных индикаторных показателей является ожидаемая продолжительность жизни при рождении – легко рассчитывается и основывается на общедоступных таблицах смертности. При объективности оценок с использованием ожидаемой продолжительности жизни недостатками этого показателя является отсутствие учета нарушений здоровья, проявляющихся в виде заболеваемости. ВОЗ предложен индекс DALY – индекс, отражающий число лет жизни, скорректированных с учётом нетрудоспособности. Индекс DALY требует использование сложной методической базы и специальных информационных массивов, не всегда доступных для исследований. Широкое применение в задачах оценки популяционного здоровья получил интегральный показатель «индекс здоровья населения» – число потенциальных лет здоровой жизни, которое приходится в среднем на одного человека в течение года. При расчете «индекса здоровья населения» используется информация о рождаемости, смертности и инвалидности. Все другие показатели индекс не учитывает, что можно отнести к его недостаткам. При разработке интегральных индексов возникают проблемы объединения разнородных данных и оценки их вкладов в комплексный показатель здоровья.

**Цель исследования:** разработка комплексного индекса нарушения здоровья (КИНЗ), максимально учитывающего все проявления нарушений здоровья у населения в виде смертности и заболеваемости.

При расчете индекса должны использоваться общедоступные источники информации, предпочтительно государственная статистика. Расчет индекса должен позволять решать ряд востребованных задач по оценке причинно-следственных связей, отражающих влияние природно-климатических, социально-экономических, санитарно-гигиенических факторов, факторов образа жизни на состояние здоровья населения, а также задач по оценке риска здоровья [6].

Интегрирование показателей смертности и заболеваемости населения в комплексный индекс нарушения здоровья выполняется за счет введения понятия тяжести заболевания. При этом комплексный индекс нарушения здоровья рассчитывается на основе распределения заболеваемости и смертности населения по полу и возрасту. При этом для каждой половозрастной группы комплексный индекс нарушения здоровья рассчитывается по формуле:

$$\text{КИНЗ}_j = \frac{\sum_i \left(z_{ij} g_i^{\text{заб}} \alpha + s_{ij} g^{\text{см}}\right)}{1000} \qquad (1)$$

*Цинкер Михаил Юрьевич, математик. E-mail: cinker@fcrisk.ru*

*Кирьянов Дмитрий Александрович, кандидат технических наук, заведующий отделом математического моделирования систем и процессов. E-mail: kda@fcrisk.ru*

*Камалтдинов Марат Решидович, младший научный сотрудник. E-mail: marat@fcrisk.ru*

где КИНЗ$_j$ – комплексный индекс нарушения здоровья в *j*-ой половозрастной группе; $z_{ij}$ – заболеваемость населения *i*-ой нозологической формой в *j*-ой половозрастной группе; $S_{ij}$ – смертность населения *i*-ой нозологической формой в *j*-ой половозрастной группе; $g_i^{заб}$ – среднепопуляционный показатель тяжести заболевания *i*-ой нозологической формы; α – коэффициент соотношения нарушений здоровья в результате заболеваемости и смертности;$g^{см}$ – показатель тяжести для случаев смерти $g^{см}$=1.

Комплексный индекс нарушения здоровья является безразмерной величиной, распределенной в диапазоне [0;1]. Равенство индекса нулю говорит о полном отсутствии заболеваний и смертей среди населения в течение года и соответствует уровню абсолютного здоровья. Равенство индекса единице соответствует уровню абсолютного нездоровья в возрастной группе в течение года. Среднепопуляционный показатель тяжести заболеваний оценивался на основе данных заболеваемости населения в модельной территории, в качестве которой был использован Пермский край, и экспертных оценок тяжести наиболее часто встречающихся заболеваний. Тяжесть заболеваний измеряется в виде безразмерного коэффициента из диапазона от 0 до 1. При этом легкие заболевания характеризуются значением коэффициента тяжести близким к 0, напротив, при тяжелых заболеваниях коэффициент тяжести принимается близким к 1. Коэффициент тяжести равный 1 соответствует случаям смерти. Определение коэффициента тяжести проводилось с учетом экспертных оценок с применением метода медианных рангов. Для этого все заболевания, зарегистрированные в течение года, разбивались на подклассы в соответствии с МКБ-10. В каждом подклассе были выбраны наиболее распространенные заболевания, называемые репрезентативными, тяжести которых оценивались экспертами. В качестве экспертов быть выбраны 10 практикующих врачей-терапевтов с опытом работы более 5 лет. Эксперты проставили оценки тяжести для каждого репрезентативного заболевания в виде коэффициентов в диапазоне от 0 до 1 с точностью до 0,1, основываясь на собственном опыте и не обсуждая их друг с другом. Показатель тяжести репрезентативного заболевания определялся как медиана ряда экспертных оценок ($g_M$).

Всего было оценено 200 репрезентативных заболеваний. Тяжесть остальных заболеваний основывается на сопоставлении с репрезентативным заболеванием по длительности лечения по формуле:

$$g_i = 1 - e^{T_i \frac{\ln(1-g_M)}{T_M}}, \qquad (2)$$

где $g_M$ и $T_M$ – значение тяжести и средней длительности репрезентативного заболевания; $g_i$ и $T_i$ – расчетное значение тяжести и средняя длительность *i*-го заболевания.

График функции, описываемой формулой (2), представлен на рис. 1. При стремлении длительности лечения к бесконечности тяжесть заболевания стремится к единице, при длительности, равной нулю, тяжесть равна нулю. При этом функция подобрана таким образом, чтобы график функции проходил через точку, соответствующую тяжести репрезентативного заболевания.

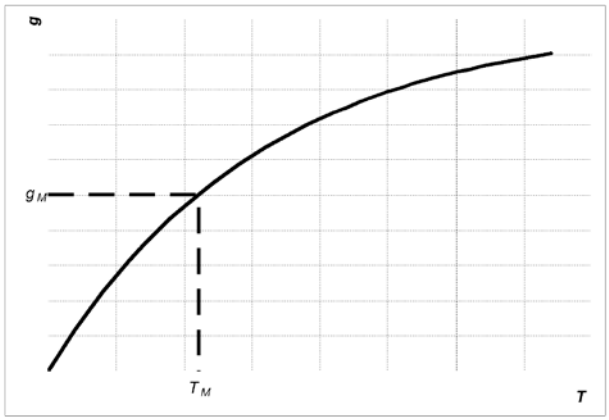



**Рис. 1.** Вид функции для оценки тяжести заболеваний

Смертность и заболеваемость вносят разный вклад в КИНЗ. Вклад заболеваемости и смертности в комплексный индекс нарушения здоровья предполагается рассчитывать на основе соотношения потерь, связанных с заболеваемостью и смертностью. Суммарные потери от заболеваемости и смертности можно рассчитать как $\sum Z_{ij}T_{ij} + \sum S_j ОПЖ_j$, где $Z_{ij}$ – количество заболевших *i*-м заболеванием, $S_j$ – количество умерших от *i*-ого заболевания, $ОПЖ_j$ – ожидаемая продолжительность жизни населения в *j*-ом возрасте; $\sum Z_{ij}T_{ij} / 365$ – суммарная длительность всех болезней в годах; $\sum S_j ОПЖ_j$ – количество лет недожития.

Отношение вклада заболеваемости и смертности в комплексный индекс нарушения здоровья равно отношению суммарной длительности всех заболеваний к количеству лет недожития:

$$\frac{\sum z_{ij} g_i \alpha}{\sum s_{ij} g^{см}} = \frac{\sum z_{ij} T_{ij} / 365}{\sum s_j ОПЖ_j}, \qquad (3)$$

где $\alpha$– коэффициент соотношения нарушений здоровья в результате заболеваемости и смертности. Отсюда $\alpha$ равно:

$$\alpha = \frac{\sum z_{ij} T_{ij} / 365}{\sum z_{ij} g_i} \Big/ \frac{\sum s_j ОПЖ_j}{\sum s_{ij} g^{см}} \qquad (4)$$

$$\alpha = \frac{\overline{T} / 365}{\overline{g}} \Big/ \frac{\sum_J S_j ОПЖ_j}{S} \qquad (5)$$

,

где $\overline{T}$ – средняя длительность заболевания, $\overline{g}$ – средняя тяжесть заболевания.

Средняя тяжесть одного заболевания определяется как средневзвешенная величина по всем зарегистрированным заболеваниям, принадлежащих классу заболеваний:

$$\overline{g} = \frac{\sum_i Z_i g_i}{\sum_i Z_i} \qquad (6)$$

На основе данных по заболеваемости и смертности населения Пермского края коэффициент соотношения нарушений здоровья в результате заболеваемости и смертности составил $\alpha$=0,00237. Распределение общих коэффициентов заболеваемости, смертности и рассчитанного комплексного индекса нарушения здоровья для муниципальных образований Пермского края в 2011 г. приведено в табл. 1.

**Таблица 1.** Распределение комплексного индекса нарушения здоровья, общих коэффициентов смертности и заболеваемости от всех причин по Пермскому краю в 2011 г.

| Территория | КИНЗ$_{общ}$ | | Коэффициенты смертности | | Коэффициенты заболеваемости | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | оба пола | ранг | оба пола | ранг | оба пола | ранг |
| Пермский край | 0,018 | | 14,69 | | 1984,6 | |
| г. Пермь | 0,016 | ***43*** | 12,53 | ***42*** | 1808,2 | 25 |
| г. Березники | 0,017 | 40 | 14,93 | 31 | 2049,4 | 8 |
| г. Кунгур | 0,016 | 41 | 14,41 | 35 | 1805,4 | 27 |
| г. Соликамск | 0,016 | 42 | 13,96 | 39 | 1949,7 | 20 |
| р. Александровский | 0,022 | 13 | 9,52 | ***46*** | 1964,9 | 18 |
| р. Бардымский | 0,021 | 20 | 18,17 | 14 | 1574,6 | 36 |
| р. Березовский | 0,019 | 35 | 14,4 | 36 | 1537,8 | 37 |
| р. Большесосновский | 0,021 | 18 | 16,42 | 22 | 1774,4 | 31 |
| р. Верещагинский | 0,019 | 34 | 16,63 | 19 | 1801,6 | 28 |
| р. Горнозаводский | 0,021 | 16 | 17,5 | 15 | 2033,1 | 11 |
| р. Гремячинский | 0,029 | ***2*** | 18,42 | 11 | 1950 | 19 |
| р. Губахинский | 0,024 | 6 | 14,76 | 32 | 1442,9 | 40 |
| р. Еловский | 0,019 | 31 | 19,22 | 7 | 1702,2 | 34 |
| р. Ильинский | 0,024 | 8 | 20,06 | ***4*** | 1401,1 | 42 |
| р. Карагайский | 0,02 | 24 | 16,59 | 20 | 2147,7 | 6 |
| р. Кизеловский | 0,031 | ***1*** | 21,09 | ***1*** | 1832,1 | 24 |
| р. Кишертский | 0,024 | 7 | 18,59 | 10 | 2025,3 | 12 |
| р. Красновишерский | 0,022 | 11 | 16,51 | 21 | 1979,3 | 17 |
| р. Краснокамский | 0,019 | 30 | 12,94 | 41 | 1473,8 | 39 |
| р. Куединский | 0,019 | 32 | 15,17 | 29 | 1165 | ***46*** |
| р. Кунгурский | 0,019 | 33 | 15,81 | 25 | 1789,3 | 29 |
| р. Лысьвенский | 0,02 | 22 | 14,3 | 37 | 2573,1 | ***3*** |
| р. Нытвенский | 0,02 | 23 | 16,07 | 24 | 2747,9 | ***1*** |
| р. Октябрьский | 0,018 | 36 | 18,89 | 8 | 2035,8 | 10 |
| р. Ординский | 0,02 | 29 | 15,21 | 28 | 1695,1 | 35 |
| р. Осинский | 0,017 | 39 | 15,64 | 26 | 2014,5 | 13 |
| р. Оханский | 0,023 | 9 | 16,73 | 17 | 2122,4 | 7 |
| р. Очерский | 0,021 | 17 | 16,67 | 18 | 2433,6 | ***4*** |
| р. Пермский | 0,015 | ***46*** | 12,24 | ***44*** | 1937,6 | 21 |
| р. Сивинский | 0,02 | 27 | 15,62 | 27 | 1810 | 25 |
| р. Соликамский | 0,015 | ***45*** | 14,29 | 38 | 1238,2 | ***44*** |
| р. Суксунский | 0,02 | 26 | 16,41 | 23 | 1732,8 | 33 |
| р. Уинский | 0,021 | 14 | 18,41 | 12 | 1885,1 | 23 |
| р. Усольский | 0,021 | 15 | 17,43 | 16 | 1229 | ***45*** |
| р. Чайковский | 0,012 | ***47*** | 9,31 | ***47*** | 2356 | ***5*** |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| р. Частинский | 0,018 | 38 | 14,65 | 34 | 2048,4 | 9 |
| р. Чердынский | 0,021 | 21 | 15,17 | 30 | 1161,5 | ***47*** |
| р. Чернушинский | 0,016 | ***43*** | 12,55 | ***42*** | 1997,9 | 15 |
| р. Чусовской | 0,021 | 19 | 10,78 | ***45*** | 2008,2 | 14 |
| г. Кудымкар | 0,02 | 25 | 13,88 | 40 | 2744,4 | ***2*** |
| р. Гайнский | 0,022 | 12 | 18,36 | 13 | 1505,4 | 38 |
| р. Косинский | 0,022 | 10 | 18,6 | 9 | 1430,2 | 41 |
| р. Кочевский | 0,02 | 28 | 19,72 | 6 | 1925,4 | 22 |
| р. Кудымкарский | 0,028 | ***4*** | 21,06 | ***2*** | 1771,9 | 32 |
| р. Юрлинский | 0,028 | ***3*** | 19,81 | ***5*** | 1324,1 | ***43*** |
| р. Юсьвинский | 0,027 | ***5*** | 20,84 | ***3*** | 1782,9 | 30 |

Построение индекса дает возможность рейтинговать территории по комплексу нарушений здоровья. Применение комплексного индекса нарушения здоровья позволяет получить интегральную характеристику медико-демографической ситуации и определить приоритетные административно-территориальные единицы, характеризующиеся наихудшим комплексным индексом здоровья населения. Учет половозрастной структуры населения и тяжести заболеваний в интегральном показателе обуславливает перераспределение рангов по смертности, заболеваемости и комплексному индексу нарушения здоровья. Например, по общим показателям смертности и заболеваемости населения Юрлинский район в 2011 г. находился на 3-ем и 5-ом местах соответственно, что характеризовало его как неблагополучный (табл.1). Применение комплексного индекса показало, что он находится на 43 месте, что кардинально меняет ситуацию. И наоборот, Чайковский район находился на 47 месте по показателям общей заболеваемости и смертности, по комплексному индексу нарушения здоровья он занимает 5-ое место. При расчете КИНЗ были рассчитаны вклады смертности и заболеваемости в показатель. Для различных классов болезней получаются различные вклады заболеваемости и смертности в комплексный индекс нарушения здоровья (табл. 2).

**Таблица 2.** Вклад заболеваемости и смертности в КИНЗ по классам болезней

| Класс | Вклад заболеваемости | Вклад смертности |
|---|---|---|
| новообразования | 6,16% | 93,84% |
| болезни костно-мышечной системы | 94,41% | 5,59% |
| болезни крови и кроветворных органов | 68,65% | 31,35% |
| болезни мочеполовой системы | 67,86% | 32,14% |
| болезни нервной системы | 52,23% | 47,77% |
| болезни органов дыхания | 27,68% | 72,32% |
| болезни органов пищеварения | 21,88% | 78,12% |
| болезни системы кровообращения | 7,79% | 92,21% |
| болезни уха и сосцевидного отростка | 98,37% | 1,63% |
| болезни эндокринной системы | 64,56% | 35,44% |
| врожденные аномалии | 43,01% | 56,99% |
| инфекционные и паразитарные болезни | 16,84% | 83,16% |
| осложнения беременности и родов | 95,84% | 4,16% |
| отдельные состояния, возникающие в перинатальном периоде | 38,66% | 61,34% |
| психические расстройства | 22,51% | 77,49% |
| симптомы, признаки и неточно обозначенные состояния | 3,20% | 96,80% |
| травмы и отравления | 7,03% | 92,97% |
| всего | 13,71% | 86,29% |

Заболеваемость и смертность вносят разный вклад в интегральный показатель в зависимости от классов болезней. Так, по новообразованиям вклад заболеваемости 6,16%, а смертности – 93,84%; по болезням же костно-мышечной системы вклад заболеваемости – 94,41%, смертности – 5,59%. Вклады общей заболеваемости и смертности в КИНЗ составляют 13,71 и 86,29% соответственно.

**Выводы:** комплексный индекс нарушения здоровья позволяет количественно оценить популяционное здоровье на территории, давать

характеристики суммарных нарушений здоровья населения, формируемых за счет заболеваемости и смертности с учетом тяжести заболеваний. Предложенный интегральный показатель дает возможность сравнивать между собой административно-территориальные единицы с различной половозрастной структурой и численностью населения по комплексу факторов. Применение КИНЗ позволяет выделять приоритетные возрастные группы, приоритетные административно-территориальные единицы, приоритетные классы заболеваний и будет полезен при принятии управленческих решений в области управления здоровьем населения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:


1. Доклад о состоянии здравоохранения в мире, 2002 г. Уменьшение риска, содействие здоровому образу жизни. Женева, Всемирная организация здравоохранения, 2002 г.
2. *Бачманов, А.А.* Математические модели интегральных показателей оценки здоровья населения. Дисс. … канд. техн. наук. – Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого, 2004. 155 с.
3. *Зайцева, Н.В.* Комплексные вопросы управления риском здоровью населения в решении задач обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия на муниципальном уровне / *Н.В. Зайцева, П.З. Шур, И.В. Май* и др. // Гигиена и санитария. 2007. № 5. С. 16-18.
4. *Медик, В.А.* Моделирование интегральных показателей оценки здоровья населения / *В.А. Медик, М.С. Токмачев* // Здравоохранение РФ. 2003. № 3. С. 17-20.
5. *Медик, В.А.* Математическая статистика в медицине: учебное пособие / В.*А. Медик, М.С. Токмачев*. – М.: Финансы и статистика, 2007. 800 с.
6. *Рамонов, А.В.* Система интегральных индикаторов здоровья населения: методология анализа и возможности применения в России. Автореф. дисс. … канд. соц.. наук. – М., Высшая школа экономики, 2013. 28 с.
7. *Цинкер, М.Ю.* Методы медико-демографического анализа на популяционном уровне / *М.Ю. Цинкер, Д.А. Кирьянов* //Вестник Пермского университета. Серия: Биология. 2012. № 2. С. 57-64.


# APPLICATION OF THE COMPLEX INDEX OF HEALTH OF THE POPULATION VIOLATION FOR THE ASSESSMENT THE POPULATION HEALTH IN PERM KRAI

© 2013 M.Yu. Tsinker, D.A. Kiryanov, M.P. Kamaltdinov

Federal Scientific Center of Medical Preventive Technologies of Management Risks to Population Health, Perm

For a quantitative assessment of population health the complex index of violation of health is offered. The index characterizes total violations of population health, formed by case rate and mortality of the population taking into account weight of diseases. The method is approved for assessment of medical demographic situation in Perm Krai.

Key words: *population health, complex assessment, complex index*

*Mikhail Tsinker, Mathematician. E-mail: cinker@fcrisk.ru*
*Dmitriy Kiryanov, Candidate of technical Sciences, Chief of the Department of Mathematical Modeling of Systems and Processes. E-mail: kda@fcrisk.ru*
*Marat Kamaltdinov, Minor Research Fellow. E-mail: marat@fcrisk.ru*