

УДК 311:61

**Исследование моделей интегральных показателей здоровья населения**

Ирина Леонидовна Макарова

Сочинский государственный университет, Россия  
 354000, Краснодарский край, г. Сочи, ул. Советская, 26а  
 Кандидат технических наук, доцент  
 E-mail: ratton@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассмотрены линейные модели интегральных показателей здоровья на примере статистических данных показателей здоровья Российской Федерации и Южного федерального округа.

**Ключевые слова:** статистические показатели; интегральный показатель здоровья; линейные модели; динамика состояния здоровья.

**Введение.** Существующая в стране масштабная система мониторинга, включающая сбор, представление и хранение данных о состоянии здоровья населения, об уровне медицинского обслуживания, санитарно-гигиенического состояния и т.п., позволяет получать информацию, сопоставимую в масштабе всей страны. Многочисленные показатели, характеризующие рождаемость, смертность, заболеваемость и т.д., могут использоваться для построения интегральных (обобщающих) показателей общественного здоровья населения, более удобных для анализа и принятия эффективных управленческих решений [1].

Интегральный показатель здоровья, обобщающий информацию о множестве отдельных показателей, может использоваться для классификации и ранжирования различных территорий по состоянию здоровья. В [2, 3, 4, 5] приведен анализ существующих комплексных показателей и индексов, характеризующих потенциал трудоспособности, потери трудового потенциала, отягощенность населения основными «100» хроническими заболеваниями. Данные, полученные авторами [2, 3, 4, 5], были использованы для расчета интегральных показателей, а также разработки различных математических моделей здоровья населения. Особый интерес представляют линейные модели интегральных показателей различной сложности, отличающиеся количеством используемых статистических показателей здоровья.

**Материалы и обсуждение.** Используем некоторые из представленных моделей для изучения динамики состояния здоровья Российской Федерации, Южного федерального округа и входящих в него республик, краев и областей. Рассмотрим следующие модели:

$$\text{Модель 1: } K_1 = 1 - (k_0 N_0 + k_c N_c) / 1000,$$

$$\text{Модель 2: } K_2 = 1 - (k_0 N_0 O_0 + k_c N_c) / 1000,$$

$$\text{Модель 3: } K_3 = 1 - (k_0 N_0 + k_c N_c - k_p N_p) / 1000,$$

$$\text{Модель 4: } K_4 = 1 - (k_0 N_0 O_0 + k_c N_c - k_p N_p) / 1000.$$

Здесь  $N_0$  – общая заболеваемость населения по обращению на 1000 человек,  $N_c$  – общая смертность на 1000 человек населения,  $N_p$  – число родившихся живыми младенцев на 1000 человек населения,  $k_0$  – вес значимости общей заболеваемости,  $k_c$  – вес значимости общей смертности,  $k_p$  – вес значимости рождаемости живыми младенцами,  $O_0$  – отношение истинной заболеваемости населения к его заболеваемости по обращению. Во всех моделях деление выражений в скобках приводит значения используемых статистических показателей к величинам, приходящимся на одного жителя. Кроме статистических показателей, вносимых в государственную базу данных ( $N_0, N_c, N_p$ ), в модели входят коэффициенты ( $k_0, k_c, k_p$ ), значения которых определяются экспертами.

Значения весов выбираются таким образом, чтобы их алгебраическая сумма равнялась единице:

$$k_0 + k_c = 1 \text{ ( для моделей 1 и 2), } k_0 + k_c - k_p = 1 \text{ ( для моделей 3 и 4).}$$

При этом значения интегрального показателя будут находиться в интервале [0; 1]. Кроме того, в моделях 1 и 3 используется значение заболеваемости по обращаемости за медицинской помощью, т.е. они не учитывают больных и болевших, не обратившихся к врачу. Модели 2 и 4 учитывают истинную или исчерпанную заболеваемость, т.е. общую заболеваемость по обращаемости, дополненную общей заболеваемостью не обратившихся к врачу больных. Процент таких больных устанавливается путем обследования соответствующей выборки населения рассматриваемого региона.

Для анализа моделей были использованы статистические данные [6, 8], представленные в таблице 1.

Таблица 1

**Исходные данные**

Годы	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	2000
No	651	667,9	614,6	652,9	646,9	676	646,5	671,4	666,9	730,5
Nc	11,2	11,4	12,2	14,5	15,7	15	14,2	13,7	13,6	15,3
Np	13,4	12,1	10,7	9,4	9,6	9,3	8,9	8,6	8,8	8,7

Годы	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
No	719,7	740,1	748,6	744,9	745,9	763,9	771	772	802,5
Nc	15,6	16,2	16,4	16	16,1	15,2	14,6	14,6	14,2
Np	9	9,7	10,2	10,4	10,2	10,4	11,3	12,1	12,4

Результаты использования модели 1 при различных значениях весовых коэффициентов показаны на рис. 1. Если в расчетах более существенным являлся показатель заболеваемости, чем смертности (кривая K12), то значения интегрального показателя здоровья имеют более выраженную тенденцию к снижению. При одинаковой значимости всех статистических данных интегральный показатель здоровья ведет себя более ровно (кривая K13), хотя снижение значений тоже наблюдается.

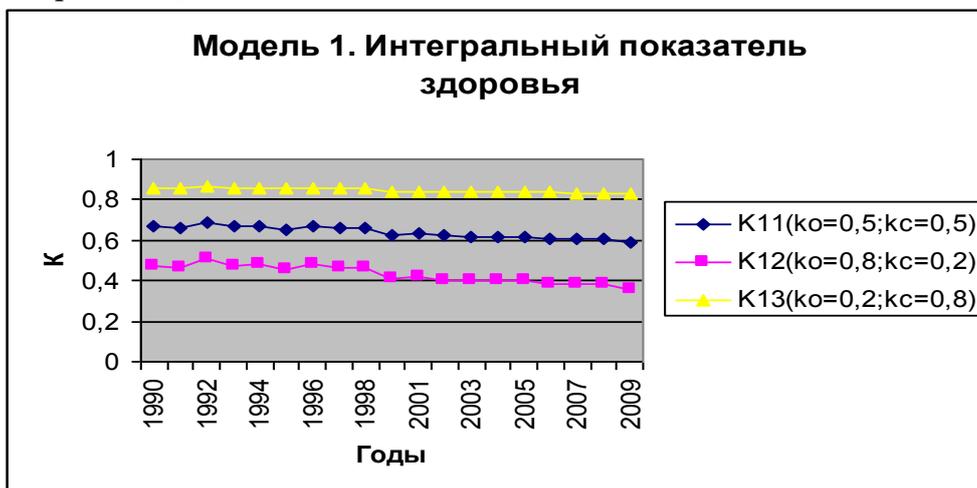


Рис. 1. Динамика интегрального показателя здоровья. Модель 1

Модель 2, использующая исчерпанную заболеваемость, представлена на рис. 2. Значение отношения истинной заболеваемости населения к его заболеваемости по обращению было принято равным  $O_0 = 1,5$ . Здесь наблюдается похожая тенденция изменения интегрального показателя здоровья, однако абсолютные его значения существенно ниже: если в модели 1 самое низкое значение к 2009 г. составило 0,355, то в модели 2 то же значение, уже только 0,034.

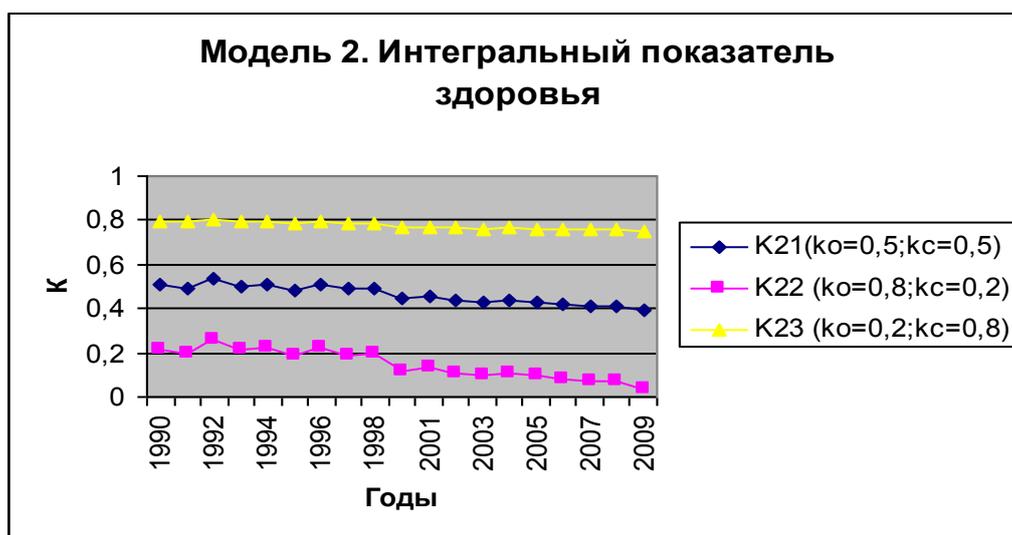


Рис. 2. Динамика интегрального показателя здоровья. Модель 2

В моделях 3 и 4, помимо показателей заболеваемости и смертности, появляется показатель рождаемости живыми младенцев. Результаты их использования показаны на рис. 3 и 4. Как видно, сохраняется одинаковая тенденция к снижению значений интегрального показателя здоровья населения, меняется только диапазон значений от 0,861 до 0,355 для модели 1 и от 0,669 до 0,197 в модели 3, от 0,796 до 0,034 – модель 2 и от 0,611 до 0,033 – модель 4. Можно сделать вывод о том, что для всех моделей наиболее значимым является показатель заболеваемости, при этом не важно, по обращаемости или исчерпанной. Значения остальных статистических данных не сопоставимо ниже показателя заболеваемости.

Используем модели 1 и 3 для сопоставления состояния здоровья населения Российской Федерации, Южного федерального округа и входящих в него республик, краев и областей. Модели 2 и 4, использующие исчерпанную заболеваемость, затруднительно применять для сопоставления значений интегрального показателя здоровья, поскольку необходимы значения отношения истинной заболеваемости населения к его заболеваемости по обращению,  $O_0$ , которые должны определяться для каждого региона отдельно.

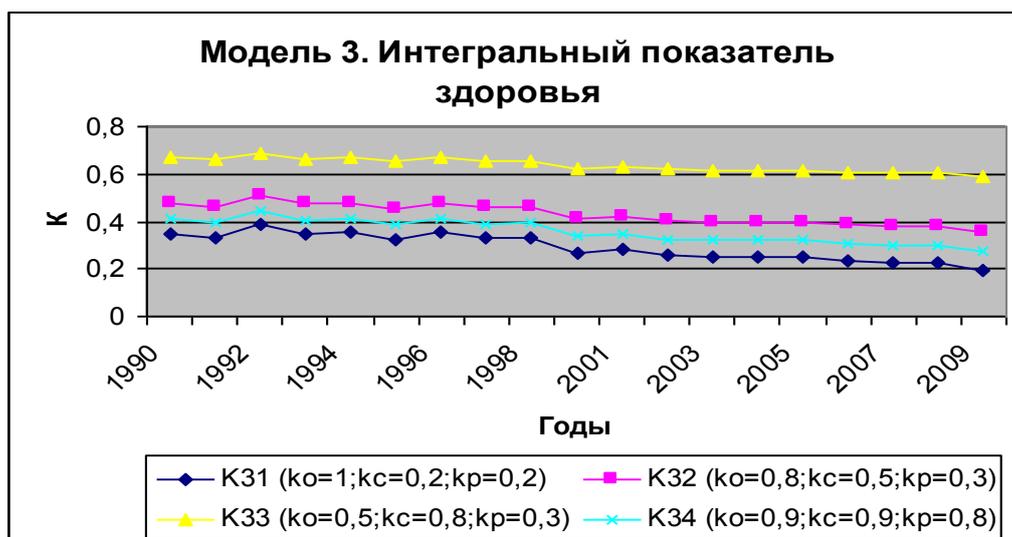


Рис. 3. Динамика интегрального показателя здоровья. Модель 3

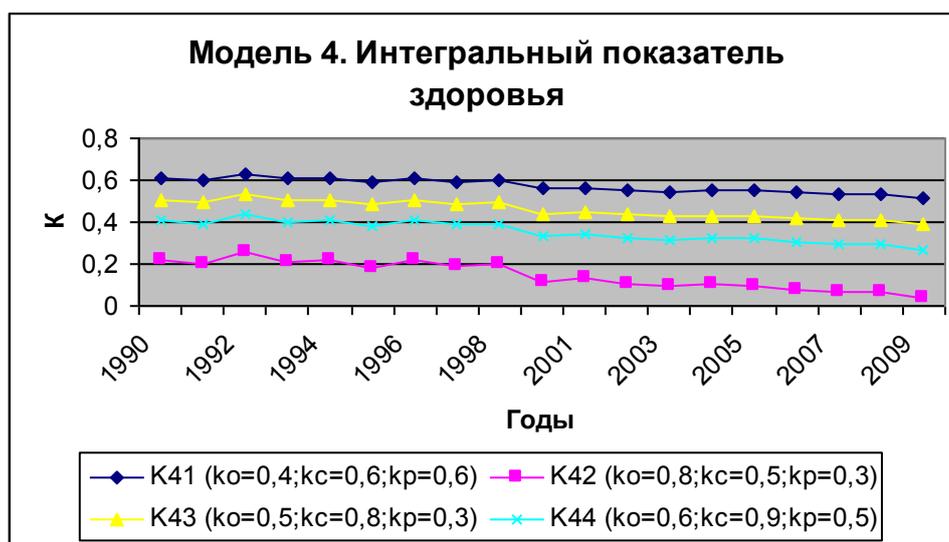


Рис. 4. Динамика интегрального показателя здоровья. Модель 4

Исходные данные о заболеваемости по обращаемости,  $N_0$ , смертности,  $N_c$ , и рождаемости живыми младенцев,  $N_p$ , представлены в таблице 2 [7, 8]. Необходимо отметить, что показатель заболеваемости в ЮФО ниже, чем в целом по стране, самые высокие значения этого показателя наблюдаются в Ростовской области, а самые низкие – в Краснодарском крае. Показатели смертности в РФ и ЮФО почти совпадают, самое высокое значение смертности наблюдается в Ростовской и Волгоградской областях, а самое низкое значение – в Республике Калмыкия. Показатель рождаемости в ЮФО ниже, чем в РФ, самая высокая рождаемость наблюдается в Республике Калмыкия, а самая низкая – в Ростовской области.

Таблица 2

**Исходные данные**

Годы	Российская Федерация			Южный федеральный округ			Республика Адыгея			Республика Калмыкия		
	No	Nc	Np	No	Nc	Np	No	Nc	Np	No	Nc	Np
1995	676	15	9,3	579,6	15	9,6	496,1	14,4	10,7	641,1	10,6	13,7
2000	730,6	15,3	8,7	641,9	15	8,6	537,7	15	9,1	680,2	11,2	11,3
2005	745,9	16,1	10,2	680,9	15,6	10	626,6	15,2	10,3	710,5	11,6	13,1
2006	763,9	15,2	10,4	655,5	15	10,2	603,4	15,1	10,4	713,5	11,1	13,3
2009	802,5	14,2	12,4	687,9	14,1	11,9	616,5	14	12,4	701	11	15,1
2010	779,6	14,2	12,5	685,3	14,1	11,8	694	14,1	12,9	679,8	11	15,3

Годы	Краснодарский край			Астраханская область			Волгоградская область			Ростовская область		
	No	Nc	Np	No	Nc	Np	No	Nc	Np	No	Nc	Np
1995	494,3	15,3	10	616,2	13,6	10,2	552,6	14,5	9	687,7	15,6	9,1
2000	572,3	15,2	8,9	681,4	14,3	9,9	698,8	15,2	8,2	686,2	15,2	8
2005	558,3	15,6	10,3	711,8	15,5	12,2	717,5	15,7	9,4	799,6	15,9	9,2
2006	557,2	14,8	10,4	742	14,7	12,4	740,4	15,3	9,8	815,7	15,5	9,5
2009	549,2	13,7	12,4	784,1	13,4	14,2	719,5	14,5	11,4	820,9	14,7	10,9
2010	575,8	13,6	12,2	744,3	13,5	14,2	709,1	14,6	11,3	789,7	14,7	10,9

Результаты применения моделей 1 и 3 показаны на рис. 5 и 6 соответственно. В моделях приняты одинаковые значения весовых коэффициентов значимости общей заболеваемости и общей смертности:  $k_0 = k_c = 0,5$  – для модели 1;  $k_0 = k_c = 0,9$  – для

модели 3; значение весового коэффициента значимости рождаемости живыми младенцев в модели 3 –  $k_p = 0,8$ . По рис. 5 видно, что значения интегрального показателя здоровья в ЮФО и всех его субъектах, кроме Ростовской области, выше его значения по РФ. Наилучшее состояние здоровья наблюдается в Краснодарском крае и Республике Адыгея. Однако различия значений показателя здоровья невелики. В этом смысле модель 3 более показательна, разброс значений выше и более заметно лидерство Краснодарского края и отставание Ростовской области. Таким образом, модель 3 более пригодна для ранжирования территорий по состоянию здоровья населения.

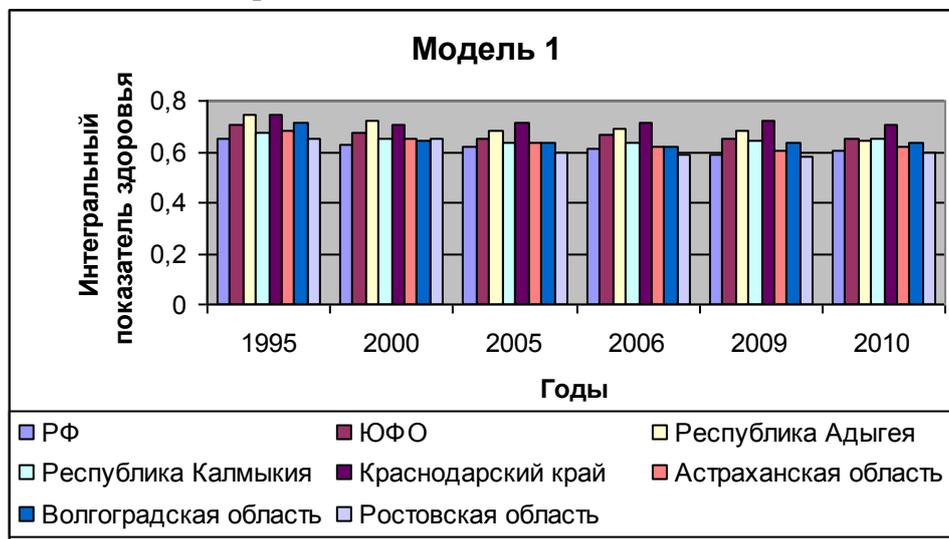


Рис. 5. Изменения интегрального показателя здоровья РФ, ЮФО и его субъектов. Модель 1

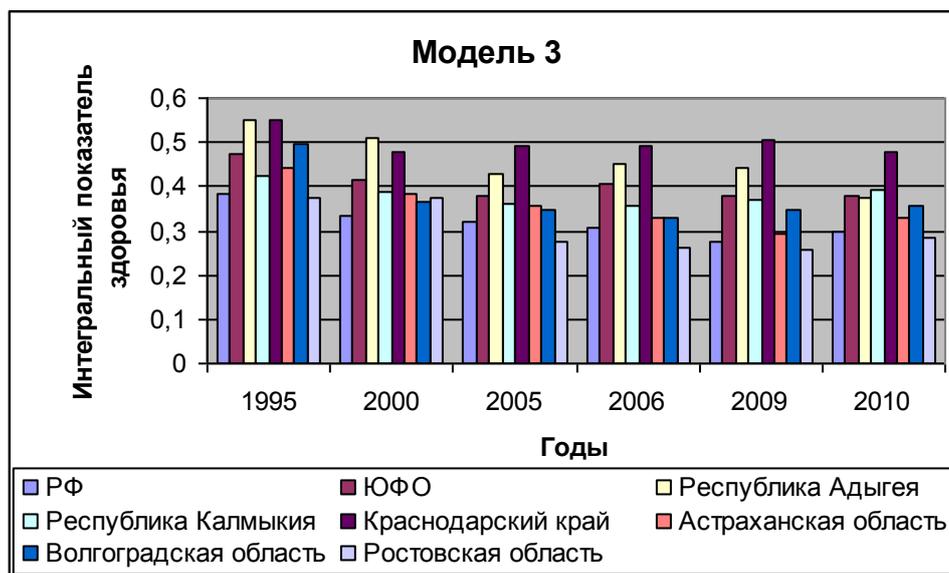


Рис. 6. Изменения интегрального показателя здоровья РФ, ЮФО и его субъектов. Модель 3

Напомним, что такие результаты определяются большой значимостью показателя заболеваемости по обращению. Возможно, при использовании истинной заболеваемости для каждого региона полученные различия будут менее заметны. В работе [3] представлены модели, в которых общая заболеваемость делится на общую заболеваемость взрослого населения, подростковую и детскую заболеваемости с соответствующими весовыми коэффициентами значимости. Для применения таких моделей необходимо большое количество статистической информации по субъектам РФ.

**Заключение.** При проведении фундаментальных исследований состояния здоровья, его классификации необходимо учитывать не только показатели заболеваемости,

смертности и рождаемости, но и их зависимость от различных негативных факторов, например, неблагоприятной экологической ситуации. Кроме того, в модель интегрального показателя здоровья населения можно было бы включить и показатель инвалидности населения. При этом надо помнить о возможных ошибках построения математических моделей медицинских показателей [9]. Состояние здоровья населения, безусловно, зависит от состояния системы здравоохранения, ее обеспеченности кадровыми, материальными, финансовыми и др. ресурсами. Помимо общепринятых моделей интегральных показателей здоровья, основанных на известных зависимостях, следует использовать достижения современной прикладной математической статистики – статистики нечисловых данных [10]. Все эти обстоятельства необходимо учитывать в дальнейших исследованиях.

**Примечания:**

1. Практическое инструктивно-методическое пособие по статистике здравоохранения / Утверждено приказом Росстата от 22.11.2010, № 409.
2. Медик В.А., Токмачев М.С. Моделирование интегральных показателей оценки здоровья населения // Здравоохранение РФ, № 3, 2003, С. 17-20.
3. Медик В.А., Токмачев М.С. Математическая статистика в медицине: Учебное пособие. М.: Финансы и статистика, 2007. 800 с.
4. Смелов П.А. Статистическое исследование состояния здоровья населения российской Федерации. Дисс. ... канд. эконом. наук, Московский государственный университет экономики, статистики и информатики (МЭСИ). 2009. 183 с.
5. Бачманов А.А. Математические модели интегральных показателей оценки здоровья населения. Дисс. ... канд. техн. наук, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого. 2004. 155 с.
6. Российский статистический ежегодник. 2011 / Статистический сборник / М.: Росстат, 2011. 795 с.
7. Здравоохранение в России. 2011 / Статистический сборник / М.: Росстат. 2011. 326 с.
8. Демографический ежегодник России. 2009 / Статистический сборник / М.: Росстат, 2009. 557 с.
9. Леонов В.П. Ошибки статистического анализа биомедицинских данных. / Международный журнал медицинской практики. 2007. Вып. 2. С. 19-35 // <http://www.biometrica.tomsk.ru/www.mediasphera.ru/journals/practik/default.htm>.
10. Орлов А.И. Нечисловая статистика. М.: МЗ – Пресс, 2004. 513 с.

UDC 311:61

**Study of Models of Public Health Integral Indicators**

Irina L. Makarova

Sochi State University, Russia  
Sovetskaya Street 26a, Sochi city, Krasnodar krai, 354000  
PhD (Technical), Assistant Professor

**Abstract.** The article is concerned with the linear models of health indicators on the example of statistical data of public health indicators in the Russian Federation and Southern Federal District.

**Keywords:** statistical data; health integral indicator; linear models; state of health dynamics.