

визна предложенного алгоритма заключается в возможности работать с малыми выборками, строить локальные диагностические шкалы, формировать новые знания на основе имеющегося экспериментального материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Загоруйко Н.Г.* Прикладные методы анализа данных и знаний. – Новосибирск: Изд-во Ин-та математики, 1999.
2. *Вълев В.* Задачи распознавания с большими массивами обучающей информации – метод выбора существенных подзадач // Сб. докладов юбилейной научной сессии. – Шумен, 1982. – С. 195-204.
3. *Янковская А.Е., Муратова Е.А., Берестнева О.Г.* Извлечение знаний с применением алгоритма адаптивного кодирования разнотипной информации // Искусственный интеллект (Донецк). – 2002. – №2. – С.315-322.
4. *Муратова Е.А., Берестнева О.Г., Янковская А.Е.* Эффективный алгоритм адаптивного кодирования разнотипной информации // Труды конгресса «Искусственный интеллект в XXI веке». – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001. – С. 155-167.

E-mail: cfpd@amur.ru.

УДК 614.1+314.484+57.087.1

Т.М. Смирнова

(Институт системного анализа РАН, Москва)

НОВЫЙ МЕТОД СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА СМЕРТНОСТИ

Представлен метод сравнительного анализа смертности для группы популяций с учетом возрастной динамики рисков смерти, основанный на ранжировании популяций по уровню смертности в возрастных интервалах таблиц смертности.

Ключевые слова: смертность, возрастные коэффициенты, метод анализа.

Выбор адекватного показателя смертности – одно из необходимых условий, обеспечивающих системность эпидемиологических, демографических и популяционных исследований. Этот выбор нередко достаточно сложен из-за сильной зависимости риска смерти от возраста. Например, для человека, достигшего 80 лет, вероятность смерти в течение следующего года в сотни раз выше, чем для 10-летнего. Поэтому при необходимости сравнивать смертность в разных популяциях или населенных пунктах наиболее простая ее характеристика – общий коэффициент смертности (*ОКС*), т.е. отношение числа умерших за определенный период времени к среднему числу живущих, пригодна лишь в случае, когда их возрастная структура примерно одинакова. В целях исключения погрешностей, обусловленных различиями возрастной структуры, при сравнении смертности населений с неодинаковой структурой используют стандартизованные коэффициенты смертности (*СКС*), для вычисления которых от структуры реальных населений переходят к структуре специально выбранного стандартного населения, или табличные

коэффициенты смертности (TKC), не зависящие от структуры населения. TKC определяется как величина, обратная ожидаемой продолжительности жизни ($ОПЖ$):

$$TKC = 1000 / ОПЖ. \quad (1)$$

$ОПЖ$ вычисляется на основе возрастных коэффициентов смертности (BKC) как число лет, которое в среднем предстояло бы прожить одному человеку из некоторого гипотетического поколения родившихся при условии, что на протяжении всей жизни этого поколения уровень смертности в каждом возрасте останется таким, как в годы, для которых вычислен показатель. $ОПЖ$ является наиболее адекватной обобщающей характеристикой современного уровня смертности во всех возрастах. Однако в определенных ситуациях ни один из интегральных показателей смертности не позволяет выявить некоторые значимые характеристики реального процесса, а применение разных показателей смертности приводит к разным результатам. Например, в период 1965-1985 гг. у российских женщин имеет место достоверный ($p < 0,001$) тренд в сторону роста смертности по показателям OKC и CKC , тогда как тренд TKC отсутствует [1]. Причина этих расхождений заключается в том, что в этот период $ОПЖ$ российских женщин варьировала в узком диапазоне 73,0-73,8 лет, при этом возрастные коэффициенты смертности (BKC) имели достоверную тенденцию к снижению во всех возрастных группах моложе 35 лет, более или менее выраженную тенденцию к росту – в старших возрастах. Использование же для популяционных сравнений полных наборов BKC для всех возрастных групп затруднительно, в особенности, если число сравниваемых популяций велико, в силу того, что BKC в одной и той же популяции могут различаться на несколько порядков.

Для построения показателя смертности, свободного, как и $ОПЖ$ или TKC , от структуры населения, и при этом непосредственно отображающего уровни рисков смерти в разных возрастных группах, предлагается следующий метод.

Пусть для N популяций, для которых предполагается проводить сравнительный анализ, известны BKC , определенные для одних и тех же K возрастных интервалов (число и ширина интервалов могут быть различными в зависимости от задач исследования). Таким образом, i -й популяции ($i = \overline{1, N}$) ставится в соответствие набор значений $\{BKC_{ij}\}$, где $j = \overline{1, K}$.

Для каждого возрастного интервала популяции ранжируются по величине BKC , т.е. вычисляется матрица рангов BKC $\{PBKC_{ij}\}$, где $PBKC_{ij}$ – ранг i -й популяции в j -м возрастном интервале. Высший ранг – 1, он присваивается популяции, для которой риск смерти в соответствующем возрасте минимален, низший – N , присваивается популяции с самым высоким BKC . Если значения BKC для нескольких популяций одинаковы, им присваиваются одинаковые ранги, равные среднему арифметическому порядковых номеров этих популяций при упорядочению по возрастанию BKC в данной возрастной группе. От $PBKC$ перейдем к показателям ранговых индексов возрастной смертности ($PIBC$) по формуле:

$$PIBC_{ij} = \frac{N - PBKC_{ij}}{N - 1}. \quad (2)$$

Таким образом, все значения $PIBC$ – для всех популяций и возрастных групп – лежат в интервале от 0 до 1, причем значение 1 соответствует популяции,

для которой смертность в данном возрастном интервале ниже, чем для любой другой, а нулевое значение – популяции с самой высокой смертностью. Переход от *ВКС* к *РИВС* сохраняет отношение порядка: в любом из рассматриваемых возрастных интервалов *РИВС* для одной популяции больше, чем для другой, в том и только в том случае, если для первой популяции смертность в данном возрастном интервале ниже, чем во второй. Уравнивание масштаба *РИВС* создает важное преимущество наглядности при сравнительном анализе смертности, поскольку позволяет отображать на одном графике значения *РИВС* для всех возрастных групп исследуемых популяций. Переход к ранговым показателям смертности особенно удобен в случае, когда требуется оценить конкурентоспособность различных регионов или стран по уровню жизнеспособности населения с учетом возрастной динамики риска смерти.

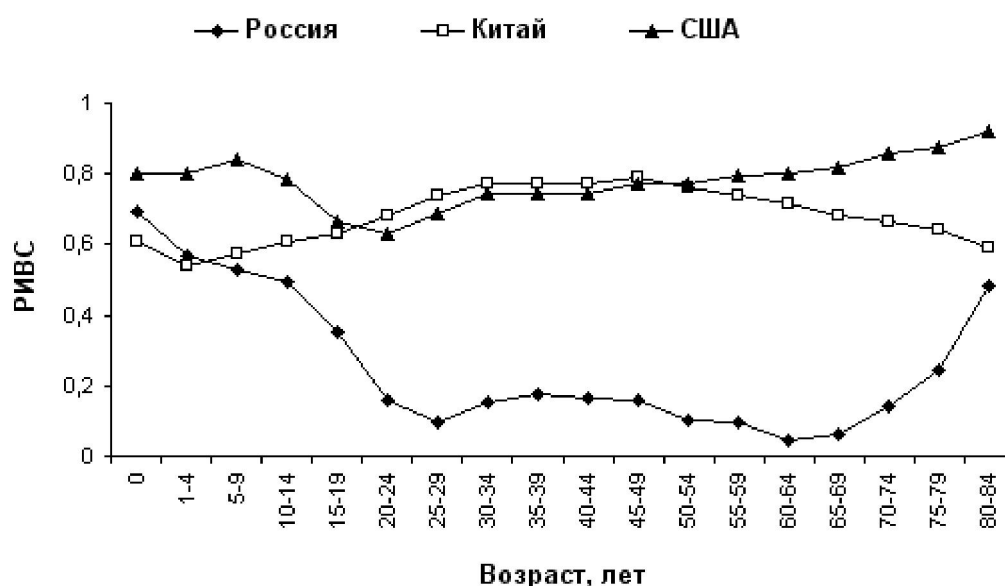


Рис. 1. Ранговые индексы возрастной смертности для мужского населения России, Китая и США (ранжирование по 193 странам - членам ВОЗ, 2006 г.).

На рис. 1 приведены результаты расчетов *РИВС* для мужского населения трех стран, существенно различающихся возрастной динамикой рисков смерти – России, Китая и США. Данные для анализа взяты из базы данных Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) [2], содержащей таблицы смертности для 193 стран – членов этой организации. Границы возрастных интервалов, для которых в этих таблицах рассчитаны характеристики дожития, составляют: 0, 1, 5, 10 и далее с шагом 5 лет вплоть до 100 лет.

Для США характерен высокий уровень *РИВС* практически для всех возрастов. Наивысшие значения, причем постоянно растущие с возрастом, имеют место в пожилых возрастах, что отражает более выраженное постарение населения в этой стране по сравнению с общемировой тенденцией. Для Китая, напротив, наилучшие значения *РИВС* отмечаются для трудоспособных возрастных групп. Китай входит в 30% стран с самой низкой мужской смертностью для диапазона 25-64 года, а в диапазоне 20-49 лет имеет лучшие показатели, чем США. Россия, имеющая сравнительно благополучные показатели детской смертности, для воз-

растного диапазона 20-74 года входит в 20% стран с самой высокой мужской смертностью.

Таким образом, результаты анализа с помощью показателя *PIBC* наглядно демонстрируют, что ограничителем возможностей развития России в условиях конкурентного мира является не столько сама по себе высокая, в особенности для мужчин, смертность в трудоспособном возрасте, сколько то, что она выше, чем в подавляющем большинстве стран мира. Метод ранговых индексов может быть использован для анализа не только смертности, но и других медико-демографических показателей, существенно зависящих от структуры населения, в частности заболеваемости по отдельным нозологическим формам и суммарного бремени болезней.

ЛИТЕРАТУРА

1. Крутько В.Н., Смирнова Т.М. Анализ тенденций смертности и продолжительности жизни населения России в конце XX века. – М.: Едиториал УРСС, 2002.
2. Life Tables for WHO Member States. URL:http://apps.who.int/whosis/database/life_tables/life_tables.cfm.

E-mail: smirnova.tatyana@gmail.com.

УДК 536.2:611.2:001.891.57

С.В. Стертюков, В.Ф. Ульянычева, канд. физ.-мат. наук
(Амурский государственный университет, Благовещенск)

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ ТЕПЛООБМЕНА В ДЫХАТЕЛЬНЫХ ПУТЯХ ЧЕЛОВЕКА

Проводится анализ различных случаев тепловлагообмена воздуха с обтекаемой поверхностью с целью выявить влияние геометрии поверхности и потока на эффективность нагревания воздуха.

Ключевые слова: тепловлагообмен, ламинарные и турбулентные течения воздуха.

Изучение системы внешнего дыхания человека приводит к созданию новых, более совершенных моделей процессов, протекающих в ней. Одной из подсистем внешнего дыхания является тепловлагообмен. Существующие модели тепломассообмена в дыхательных путях человека не учитывают всей сложности геометрии поверхности, через которую идет передача теплоты. Тем более, что вычислительные мощности современной компьютерной техники позволяют создавать более достоверные модели процессов в сложных биологических системах, в частности в дыхательных путях человека.

Для разработки новой модели необходимо изучить задачу теплообмена для различных случаев и проанализировать влияние на ее решение таких факторов как геометрия потока и поверхности.