



ИПМ им.М.В.Келдыша РАН • Электронная библиотека

Препринты ИПМ • Препринт № 104 за 2015 г.



ISSN 2071-2898 (Print)
ISSN 2071-2901 (Online)

Подлазов А.В., Темрук А.Д.

Реконструкция длинных
рядов демографических
данных

Рекомендуемая форма библиографической ссылки: Подлазов А.В., Темрук А.Д.
Реконструкция длинных рядов демографических данных // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша.
2015. № 104. 20 с.

URL: <http://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2015-104>

О р д е н а Л е н и н а
ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ
имени М.В.Келдыша
Р о с с и й с к о й а к а д е м и и н а у к

А.В. Подлазов, А.Д. Темрук

**Реконструкция длинных рядов
демографических данных**

Москва — 2015

А.В. Подлазов, А.Д. Темрук

Реконструкция длинных рядов демографических данных

В работе разрабатывается метод совмещения кросс-национального и динамического анализов. Это дает возможность распространить результаты продолжительных наблюдений, проводившихся в отдельных странах, на представительный массив стран, для которых доступны лишь современные данные.

Данный метод применяется для определения общих закономерностей изменения рождаемости и смертности в мире, а также относительной динамики соответствующих российских коэффициентов.

Ключевые слова: временные ряды, непараметрическая статистика, регрессионный анализ, коэффициент рождаемости, коэффициент смертности

A.V. Podlazov, A.D. Temruk

Reconstruction of long time series of demographic data

We develop a methodology of combination of cross-national and dynamical analysis. It enables one to expand the results of long-time observations in several countries to representative array of countries having only modern data.

We apply this methodology to identify common patterns of mortality and fertility changes in the world and to determine relative dynamics of theirs rates in Russia.

Key words: time series, non-parametrical statistics, regression analysis, fertility rate, mortality rate

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект 15-01-07944-а).

Содержание

Введение	3
Математическая постановка задачи	3
Восстановление пропущенных значений	5
Расчет процентилей.....	7
Расчет реконструированных значений квантилей.....	8
Обработка рядов демографических данных	9
Коэффициент младенческой смертности	10
Общий коэффициент смертности.....	12
Общий коэффициент рождаемости.....	15
Коэффициент суммарной рождаемости.....	17
Заключение.....	19

ВВЕДЕНИЕ

При применении количественных методов в общественных дисциплинах типична ситуация, когда обширные статистические данные доступны лишь за сравнительно небольшой промежуток времени, а длинные временные ряды имеются лишь по отдельным объектам анализа. Возникает естественное желание совместить представительность современных выборок с продолжительностью наблюдения за избранными объектами.

С такой ситуацией можно часто столкнуться при анализе демографических данных, регистрация которых начиналась в разных странах в различное время. Причем чем более развитой была страна, тем, как правило, раньше в ней начинался сбор демографической статистики. Поэтому выборка стран, для которых доступны данные, не может служить неизменным эталоном при описании ситуации в разные годы, ведь чем дальше мы будем уходить в прошлое, тем сильнее будем себя ограничивать лишь сравнительно благополучными странами.

Разумеется, полное восстановление отсутствующих данных невозможно. Тем не менее, можно попытаться решить более узкую задачу по реконструкции значений лишь некоторых статистических характеристик полной выборки на основе частичных выборок. В качестве таких характеристик были выбраны *квантили* рассматриваемой величины, т.е. такие ее значения, которые она превышает лишь на определенной доле рассматриваемых объектов.

Реконструкция квантилей какого-либо демографического коэффициента на полной выборке стран позволяет определить место любой страны в мире относительно широкого и неизменного набора стран на всем промежутке времени, за который для этой страны представлены значения коэффициента. Это позволяет оценить динамику выбранного демографического коэффициента в этой стране относительно других стран, вошедших в выборку, без учета общего тренда.

Математическая постановка задачи

Предметом рассмотрения этой статьи являются показатели, представленные в виде временных рядов.

Пусть на отрезке времени $[T_2, T_0]$, включающем отрезок $[T_1, T_0]$, представлены $N = m + n$ временных рядов. Из них m рядов *короткие*, т.е. содержат значения только на меньшем отрезке $[T_1, T_0]$. Обозначим их $X_i(t)$, $i = 1, 2, \dots, m$. Другие n рядов *длинные*, т.е. содержат значения на большем отрезке $[T_2, T_0]$. Обозначим их $Y_j(t)$, $j = 1, 2, \dots, n$. Схематично эти процессы представлены на рис. 1.

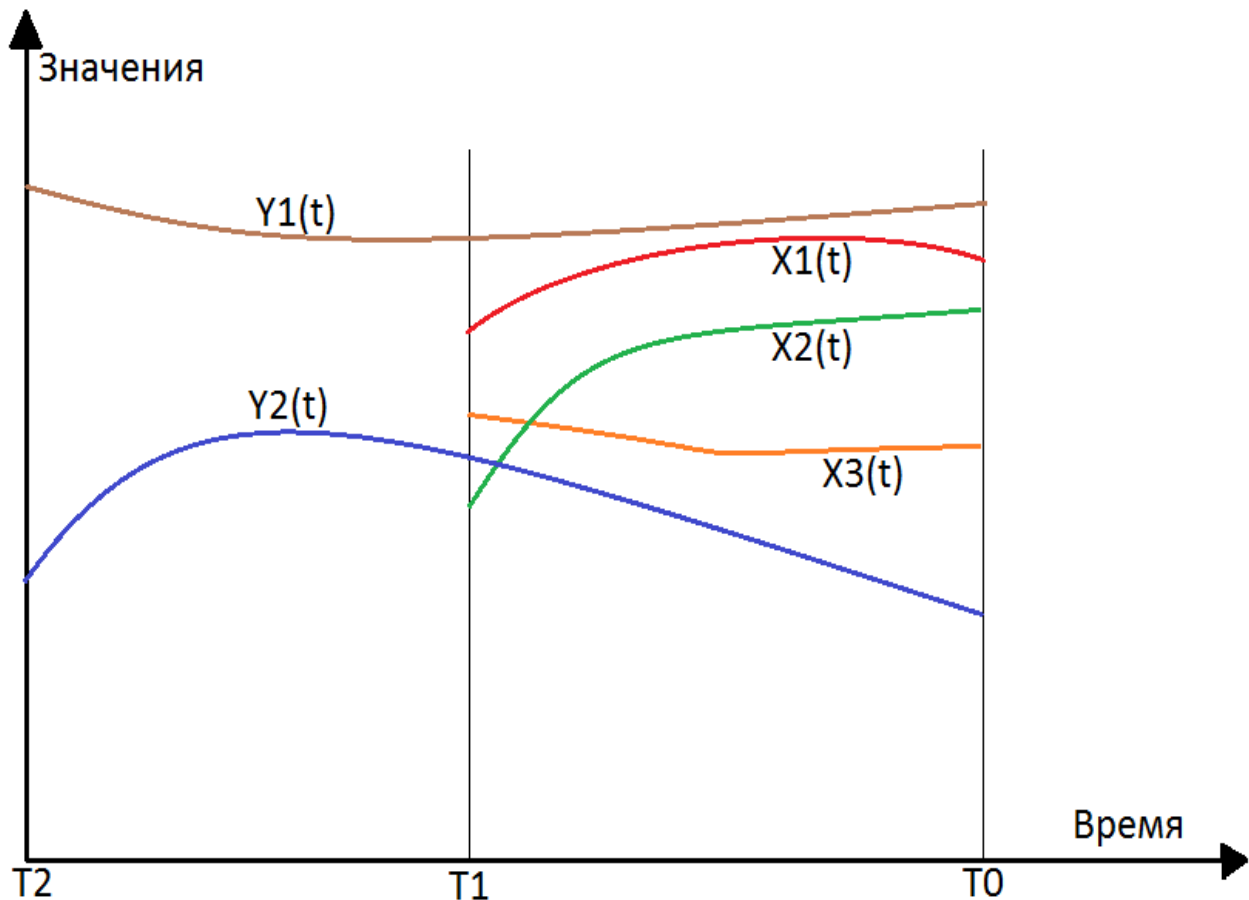


Рис. 1. Схематичный пример коротких и длинных процессов

Подробная динамика, описываемая на отрезке $[T_1, T_0]$ и длинными рядами $Y_1(t)$ и $Y_2(t)$, и короткими рядами $X_1(t)$, $X_2(t)$ и $X_3(t)$, должна быть реконструирована в прошлое, для которого имеются лишь данные длинных рядов.

В качестве первоначальных данных мы использовали значения следующих демографических показателей по 49 странам:

1. *коэффициент младенческой смертности (IMR)* – число детей, умерших в возрасте до 1 года, на 1 000 родившихся живыми;
2. *общий коэффициент смертности (CDR)* – среднее число человек, умерших в течение календарного года, на 1 000 человек наличного населения.
3. *общий коэффициент рождаемости (CBR)* – среднее число человек, родившихся в течение календарного года, на 1 000 человек наличного населения;
4. *суммарный коэффициент рождаемости (TFR)* – среднее число детей, рожденных одной женщиной условного поколения, относящегося к данному году (возрастные коэффициенты рождаемости данного года, просуммированные по всем материнским возрастам).

Их выбор определяется тем, что эти показатели поддаются простой регистрации, в силу чего для некоторых стран имеются длинные временные ряды их значений.

Для всех рассматриваемых коэффициентов естественной динамикой является снижение: и рождаемость, и смертность уменьшаются со временем.

Основная часть данных была взята из баз данных ресурса [1]. Данные для России были дополнены значениями из работ [2,3]. Значения коэффициентов представлены за каждый год.

Исходные данные прошли стадию препроцессинга, а именно:

- восстановление пропущенных значений (см. далее);
- сортировка стран в порядке уменьшения года начала сбора данных.

Отдельно стоит отметить, что обработка значений коэффициента младенческой смертности производилась в логарифмическом масштабе. Это связано с большим диапазоном изменения коэффициента.

Первый этап работы состоял в построении квантильных уровней для всех стран на всем временном промежутке.

Второй этап состоял в представлении значений показателя каждой страны в пространстве этих квантилей.

Полученные результаты позволили сделать выводы о том, на каком уровне относительного благополучия находилась та или иная страна относительно всех других, вошедших в выборку, на всем промежутке времени, на котором у нее определены значения выбранного социологического показателя.

Восстановление пропущенных значений

Выбор метода восстановления пропущенных значений зависит от специфики данных.

Если количество пропущенных значений в собранных данных не превышало двух моментов времени подряд, то использовалась линейная интерполяция.

Если для одной страны было пропущено несколько последовательных значений, то на основе ближайших к отсутствующим значений строилась регрессионная модель (линейная, квадратичная и т.д.), наилучшим образом описывавшая зависимость значений показателя от времени. При помощи нее восстанавливались пропущенные последовательности значений. Приведем в качестве примера выбор регрессионной модели для восстановления значений коэффициента младенческой смертности в 1939-47 гг. для Польши при помощи встроенного инструмента MatLab Curve Fitting Tool. На рис. 2 представлены результаты использования различных регрессионных моделей.

Такого рода процедуры восстановления преследуют цель получения только непрерывных временных рядов, а не достоверных данных для показателя в конкретной стране в конкретный год. В случае ситуаций, когда данные просто собирались реже чем ежегодно, еще можно говорить о собственно восстановлении пропущенных значений. Однако в случае действия обстоятельств непреодолимой силы, которые не только не позволяли собирать данные, но и, скорее всего, существенно меняли их реальные значения, речь должна идти лишь о получении более-менее достоверных оценок того, какие бы были значения, если бы всё шло естественным путем.

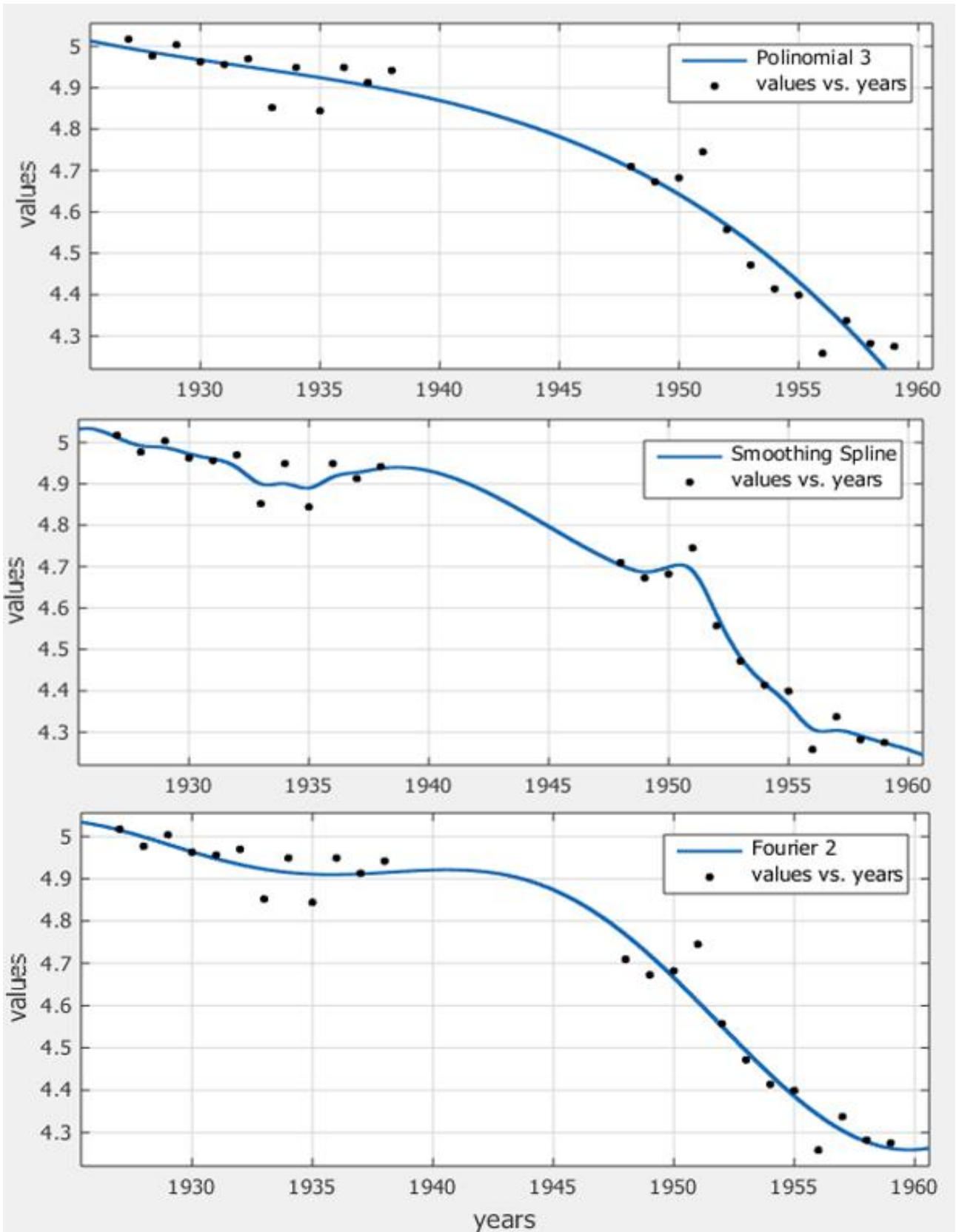


Рис. 2. Восстановление пропущенных значений на примере IMR для Польши

Сверху вниз: линейная полиномиальная модель 3-ей степени $f(x) = p_1x^3 + p_2x^2 + p_3x + p_4$ и $R^2 = 95,8\%$; сглаживающий сплайн и $R^2 = 98,9\%$; общая модель Фурье 2-ой степени $f(x) = a_0 + a_1\cos(x\omega + \varphi_1) + a_2\cos(2x\omega + \varphi_2)$ и $R^2 = 97,1\%$.

Из значений коэффициента детерминации R^2 можно сделать вывод о том, что модель сглаживающего сплайна подходит более всего. Аналогичным образом выбираются регрессионные модели для остальных случаев, когда пропущено несколько последовательных значений коэффициента.

Если в ходе истории происходили объединение или распад страны, то каждый такой случай рассматривался отдельно. В качестве примера приведем распад Германии на ГДР и ФРГ в 1949 г. и их объединение в 1990 г. Для коэффициента младенческой смертности имеются данные по ФРГ и ГДР за 1946-81 гг. и по Германии за 1960-2012 гг. На основе этих данных предполагалось восстановить значения коэффициента для Германии за 1949-59 гг. при помощи линейной модели $\text{Germany}(t) = a \cdot \text{GDR}(t) + b \cdot \text{FRG}(t) + c$. Результаты восстановления пропущенных значений представлены на рис. 3.

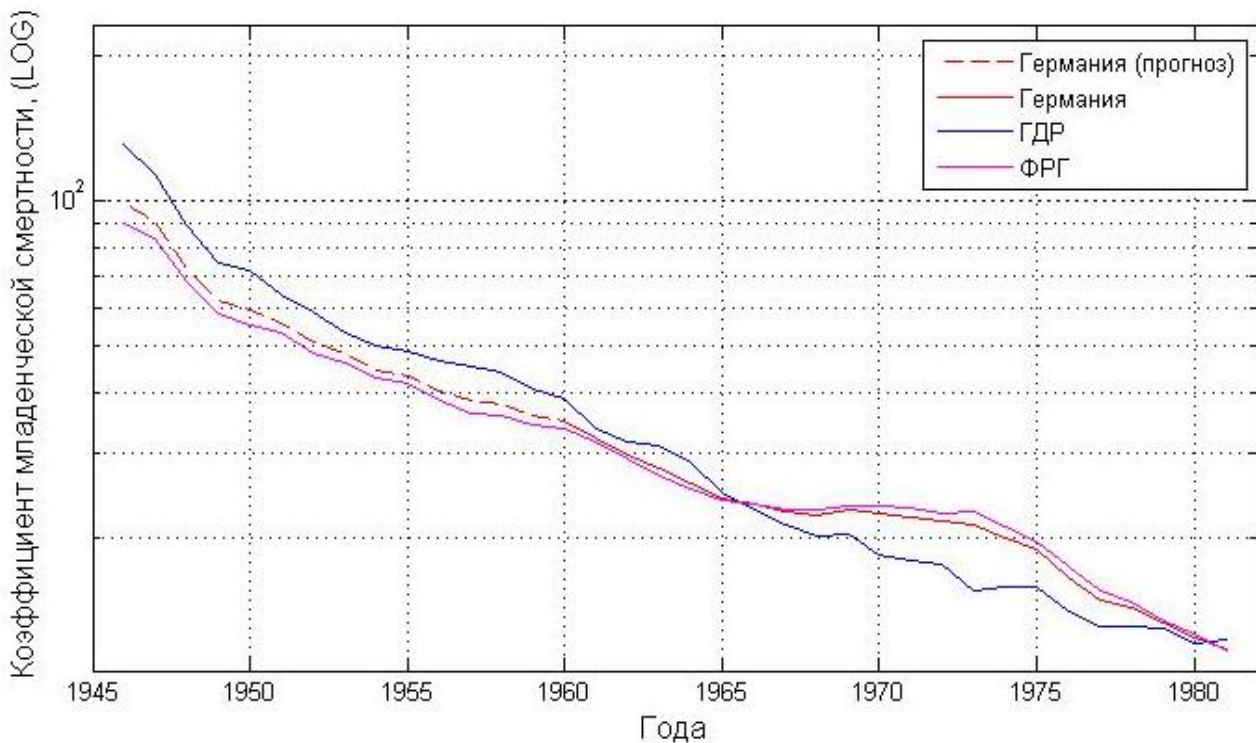


Рис. 3. Восстановление данных при политическом переустройстве на примере IMR для Германии

Параметры регрессии: $a = 0,2056$, $b = 0,8065$, $c = -0,2405$, $R^2 = 99,75\%$.

Расчет процентилей

Для выборки в n чисел процентиль уровня $0 \leq \alpha \leq 100$ – это значение, ниже которого расположено $\alpha\%$ элементов выборки. Используется следующий алгоритм вычисления процентилей. Выборочные значения сортируются по возрастанию, и значению с номером $0 \leq i < N$, где N – объем выборки, присваивается уровень $100 \cdot (i + 1/2) / N$. Между этими дискретными уровнями процентиля определяются интерполяцией. При $\alpha < 50/N$ процентиль приравнивается минимальному, а при $\alpha > 100 - 50/N$ – максимальному значению из выборки.

Расчет реконструированных значений квантилей

После сортировки стран в порядке возрастания глубины данных данные приобретали ступенчатый вид, как показано на рис. 4. Чем более ранней является дата, тем для меньшего количества стран имеются данные, из-за чего на рисунке возникают *ступеньки*. Для каждой из них строилась регрессионная модель. Рассмотрим отдельно одну ступеньку (см. рис. 5).

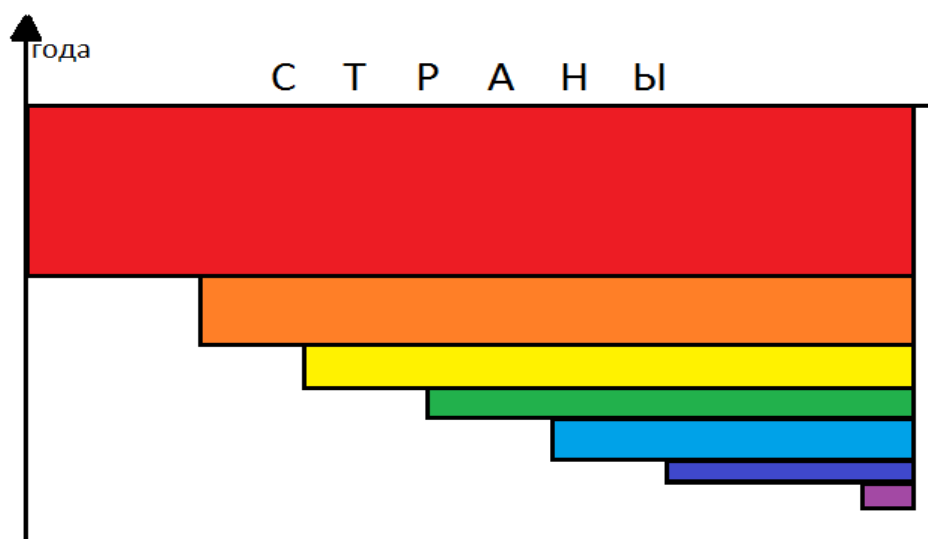


Рис. 4. Схематичное представление результатов препроцессинга

Заливкой показаны области полученной таблицы, для которых имеются данные. Разные цвета соответствуют разной длине временных рядов.

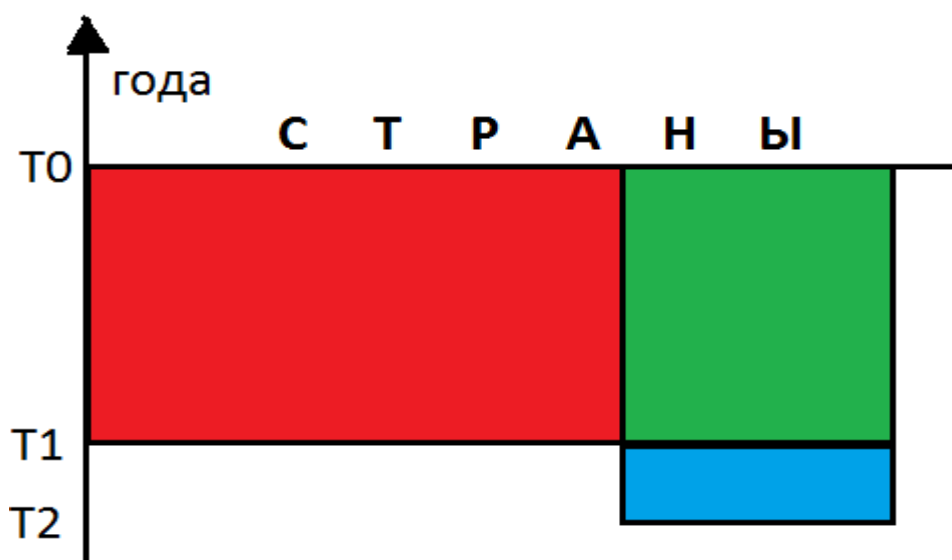


Рис. 5. Отдельная ступенька данных

В красной области представлены короткие временные ряды X , в зеленой и голубой областях — длинные ряды Y .

Целью является продолжение квантилей, рассчитанных для красной и зеленой областей, где имеются ряды обоих типов, на пустую и голубую области на основе квантилей, рассчитанных для синей и зеленой областей.

При возникновении каждой ступеньки реконструкция осуществляется следующим образом:

1. для всех рядов $\{X_i\}$ и $\{Y_j\}$ на интервале $T_1 \leq t \leq T_0$ (красная и зеленая области на рис. 5) рассчитываются значения процентилей $w_\alpha(t)$ (wide – англ. широкий) с уровнями от α_{\min} до α_{\max} с шагом $\Delta\alpha$;

2. для длинных рядов $\{Y_j\}$ из временного отрезка $T_2 \leq t \leq T_0$ (зеленая и голубая области на рис. 5) рассчитываются значения процентилей $s_\alpha(t)$ (slim – англ. узкий) с теми же уровнями и шагом;

3. на интервале $T_1 \leq t \leq T_0$ строится регрессионная модель, связывающая процентилю полной выборки с процентилем выборки, состоящей только из длинных рядов, соотношением вида $w_\alpha(t) = a \cdot s_\alpha(t) + b \cdot \alpha$, параметры a и b которого определяются методом наименьших квадратов;

4. на основе этой модели рассчитываются процентилю $w_\alpha(t)$ при $T_2 \leq t < T_1$.

Данные операции повторялись для каждой последующей ступеньки, но на шаге 2 в качестве $s_\alpha(t)$ брались $w_\alpha(t)$ из предыдущей итерации. Реконструкцию можно повторять и каждый год, т.е. даже там, где число длинных и коротких рядов не меняется, – на результат это, очевидно, не влияет.

В результате получились значения для группы всех стран за весь рассматриваемый период времени.

Введение в модель квантильного уровня α как второй объясняющей переменной является существенным шагом. Реконструкция процентилей широкой выборки только по процентилем узкой, будучи в значительной мере экстраполяционной процедурой, неустойчива. Ее осуществление по отдельности для каждого уровня приводит к быстрому накоплению ошибок, из-за чего процентилю рано или поздно перепутываются (их графики начинают пересекаться), что абсурдно. Общая регрессионная модель содержит элемент интерполяции, поскольку процентилю одного уровня для процентилем другого уровня представляют будущее или прошлое, что повышает устойчивость результата.

ОБРАБОТКА РЯДОВ ДЕМОГРАФИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Данные по каждому коэффициенту были взяты для 49 стран (промышленно развитые страны и бывшие советские республики). Для каждого коэффициента были получены следующие графики:

1. График процентилем уровней 0, 5, 10, ... 100 за весь временной период для выборки из всех стран.

2. График разности (или отношения, если использовался логарифмический масштаб) крайних децилем q_{90} и q_{10} и квантилем q_{75} и q_{25} . Разности (отношения) симметричных крайних квантилем некоторого уровня характеризуют ширину распределения рассматриваемой характеристики.

3. График квантильного уровня выбранной страны (России) относительно полного набора стран. Для его определения в каждый момент времени находи-

лись два процентиля, значения которых наиболее приближены сверху и снизу к значению российского показателя. Затем при помощи линейной интерполяции рассчитывался квантильный уровень, на котором находилась наша страна в данный момент времени.

Все графики сглаживались методом скользящего среднего в 5-летнем окне.

Коэффициент младенческой смертности

Все расчеты для данного коэффициента производились в логарифмическом масштабе. Процентили для всех стран строились на период с 1751 по 2012 гг.

Графики процентилей для коэффициента младенческой смертности за весь временной период для выборки из всех стран представлены на рис. 6. Как можно видеть, эта величина оставалась примерно постоянной до первой половины XX века, после чего началось ее экспоненциальное убывание примерно на 4% в год, продолжающееся по сей день. Такая динамика означает, что содержательной величиной уместнее считать не сам коэффициент младенческой смертности, а его логарифм. Размерной величиной этот коэффициент является лишь формально – хотя он измеряется числом смертей в год, но относится лишь к первому году жизни, поэтому переход от линейной шкалы к логарифмической не сопряжен с какими-либо сложностями.

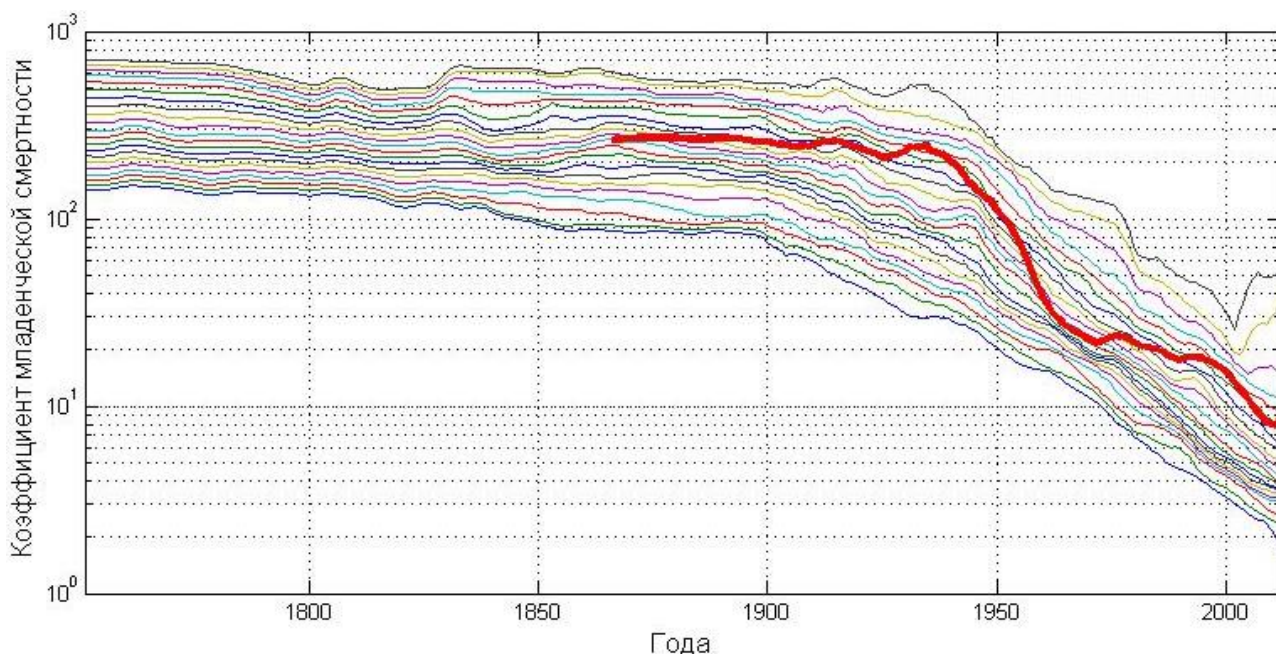


Рис. 6. Реконструированные процентили коэффициента младенческой смертности, %

Подъем верхних процентилей в самой правой части графика связан с наличием в выборке среднеазиатских республик бывшего СССР.

Масштаб по оси ординат – логарифмический.

Графики процентилей на этом и аналогичных рисунках далее даны с шагом, равным 5. Жирной красной линией здесь и далее показано значение коэффициента для России.

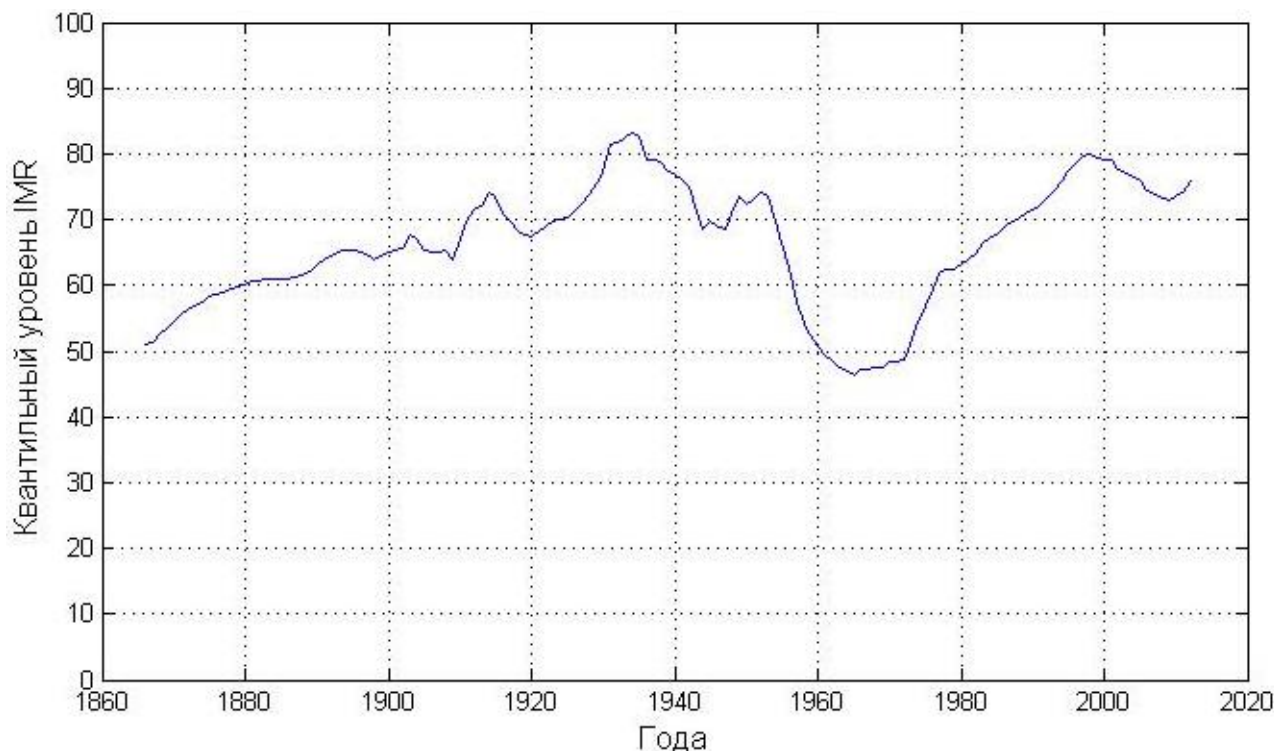


Рис. 7. Процентильный уровень коэффициента младенческой смертности в России

В деле снижения младенческой смертности Россия на общем фоне добилась наибольшего благополучия в 1960-е гг., после чего началось отставание от мирового уровня.

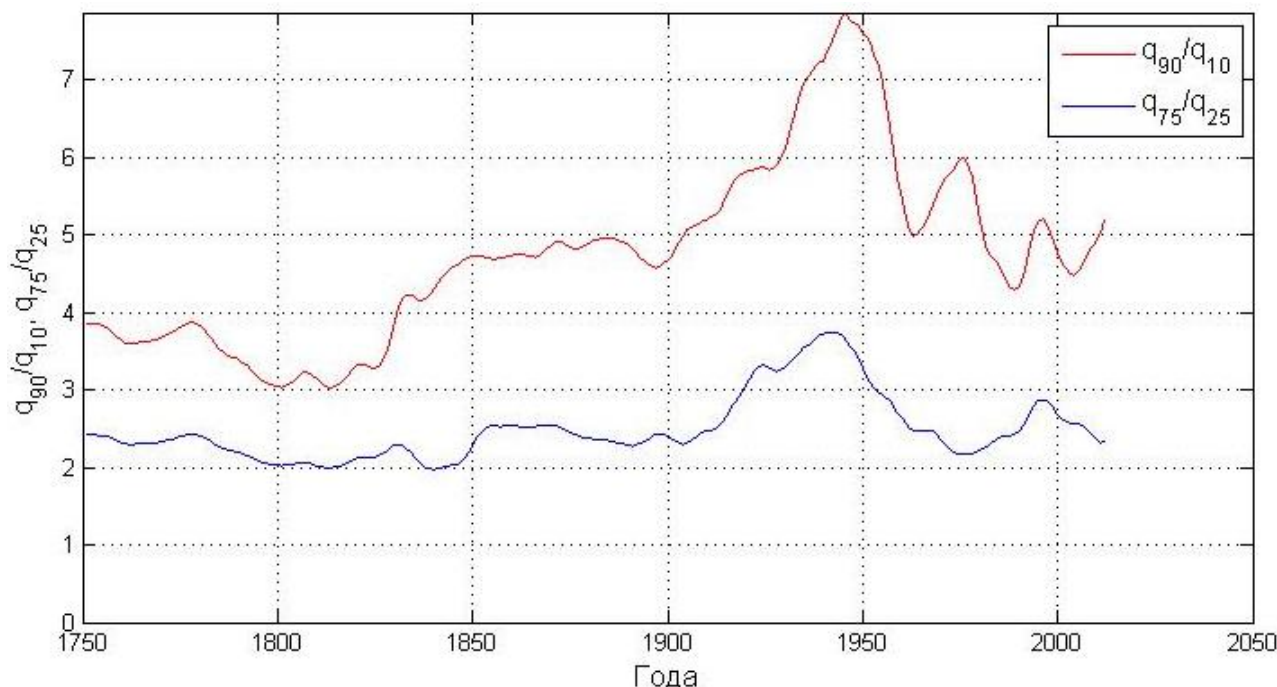


Рис. 8. Разброс значений коэффициента младенческой смертности

О ширине выборки позволяет судить отношение крайних децилей (q_{90}/q_{10}) и квартилей (q_{75}/q_{25}). И если для стран–средняков незначительная дивергенция показателей имела место лишь во второй четверти XX в., то разрыв между передовыми и отстающими странами увеличивался и сильнее, и на более долгий срок.

Отдельно на рис. 6 приведен график коэффициента младенческой смертности для России. Видно, что его значение в нашей стране в целом повторяет общемировые тенденции. До Второй мировой войны оно держалось на достаточно высоком уровне, а после нее начало резко падать, хотя темп падения был переменным.

Позиционировать Россию относительно показателей других стран позволяет динамика квантильного уровня ее коэффициента младенческой смертности, показанная на рис. 7. Как можно видеть, наибольшие наши успехи приходятся на 1960-е гг., когда нам ненадолго удалось опуститься под медиану распределения. Нынешнее же наше положение в сравнении с другими странами мало отличается от довоенного – в верхнем квантиле.

На рис. 8 представлены отношения (т.к. используется логарифмическая шкала) децилей (10- и 90-перцентилей) и квантилей (25- и 75-перцентилей) для каждого момента времени. По графикам можно судить о том, насколько сильно расходятся значения коэффициента для различных стран, и выделить периоды дивергенции и конвергенции. Из графика отношения q_{90}/q_{10} видно, что в первой половине XX в. имела место определенная дивергенция стран, связанная с тем, что падение младенческой смертности в них началось в разное время. Однако во второй половине века уже все страны вступили на путь снижения младенческой смертности и отношение вернулось к прежнему значению. Отношение q_{75}/q_{25} , не учитывающее ни лидеров, ни отстающих, оставалось всё время практически на одном уровне, что говорит об отсутствии конвергенции – все страны развиваются однотипно, но дистанция между ними сохраняется.

Общий коэффициент смертности

Для данного коэффициента перцентили всех стран строились на период с 1735 по 2013 гг.

На рис. 9 представлены графики квантилей общего коэффициента смертности и график значений этого коэффициента для России. Сокращение общего коэффициента смертности прерывается войнами и потому оказывается не столь монотонным процессом, как сокращение младенческой смертности. Вместе с тем процесс падения коэффициента общей смертности не имеет определенного начала, зато имеет ясно видимый конец, приходящийся на начало второй половины XX в. Дело в том, что общий коэффициент смертности существенным образом зависит от возрастной структуры населения. Чем оно старше, тем выше будет значение коэффициента при одном и том же состоянии здравоохранения.

В довоенное время общий коэффициент смертности в России был одним из самых высоких среди всех рассматриваемых стран, но после войны смертность россиян начала стремительно сокращаться. Прогресс был связан с форсированным прохождением страной I этапа эпидемиологического перехода, устранявшего или отодвигавшего к поздним возрастам факторы смертности внешней этиологии.

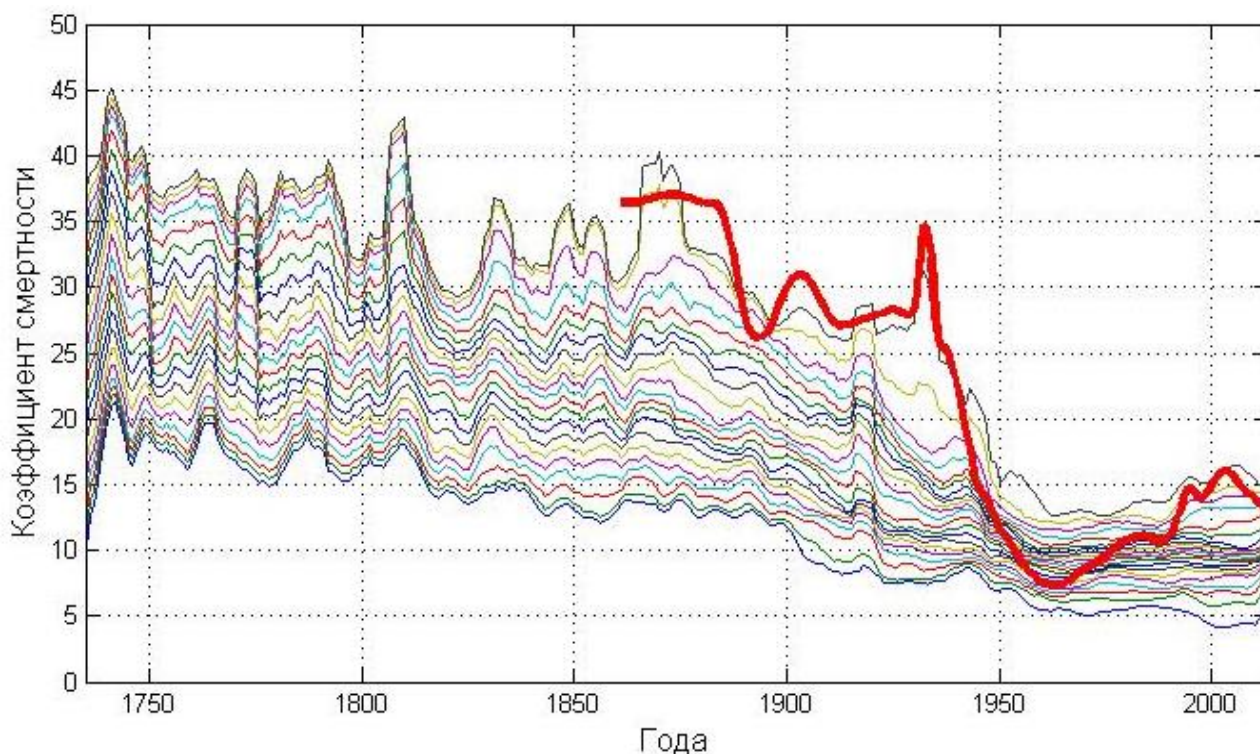


Рис. 9. Реконструированные проценти́ли общего коэффициента смертности, %

Смертность в довоенной России была столь велика, что ее график временами оказывается выше реконструированного выборочного максимума из-за того, что динамика российских показателей очень сильно отличается от динамики по выборке в целом, не позволяя точно реконструировать крайние проценти́ли.

Коэффициенты для России в 1941-45 гг. отсутствовали и, согласно алгоритму, восстанавливались интерполяцией, поэтому на графике наблюдается уменьшение значения коэффициента для России уже в период Великой Отечественной войны, хотя реально оно началось только после нее.

Динамика российского графика, который с 1960-х гг. пошел вверх, отчетливо отлична от графиков проценти́лей, которые примерно с этого же времени становятся горизонтальными.

Однако в дальнейшем остальные страны вступали во II этап эпидемиологического перехода, связанный с борьбой против болезней внутренней этиологии, который для нашей страны оказался неодолим, поскольку требовал перехода от массовых инструментальных мер к индивидуальному отношению к здоровью каждого отдельного человека. Кроме того, заимствование Россией у стран-лидеров демографической модернизации технологий, применявшихся на I этапе перехода, не позволило заложить механизмы саморазвития. Начавшийся застой системы здравоохранения в сочетании с постепенным старением населения и усугубившей эти процессы его стремительной алкоголизацией вылились в рост общего коэффициента смертности.

Как уже было сказано, старение населения является фактором, противодействующим снижению общего коэффициента смертности во всех странах. Поэтому при определении уровня неблагополучия необходимо ориентироваться не на динамику этого коэффициента, а сравнивать его значение с динамикой аналогичных показателей в других странах.

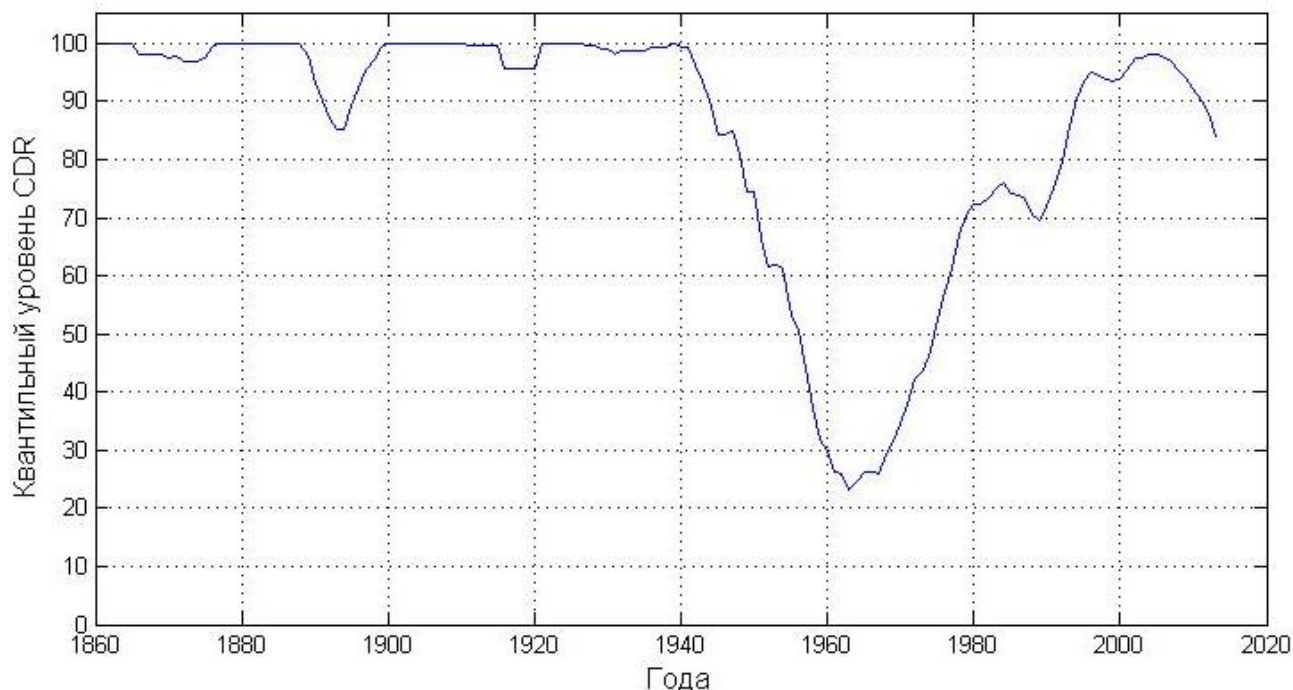


Рис. 10. Процентильный уровень общего коэффициента смертности в России

Замедление роста графика в 1980-е гг. связано с антиалкогольной кампанией, а некоторое падение в 2000-е – со вступлением в смертный возраст малочисленных военных и послевоенных когорт.

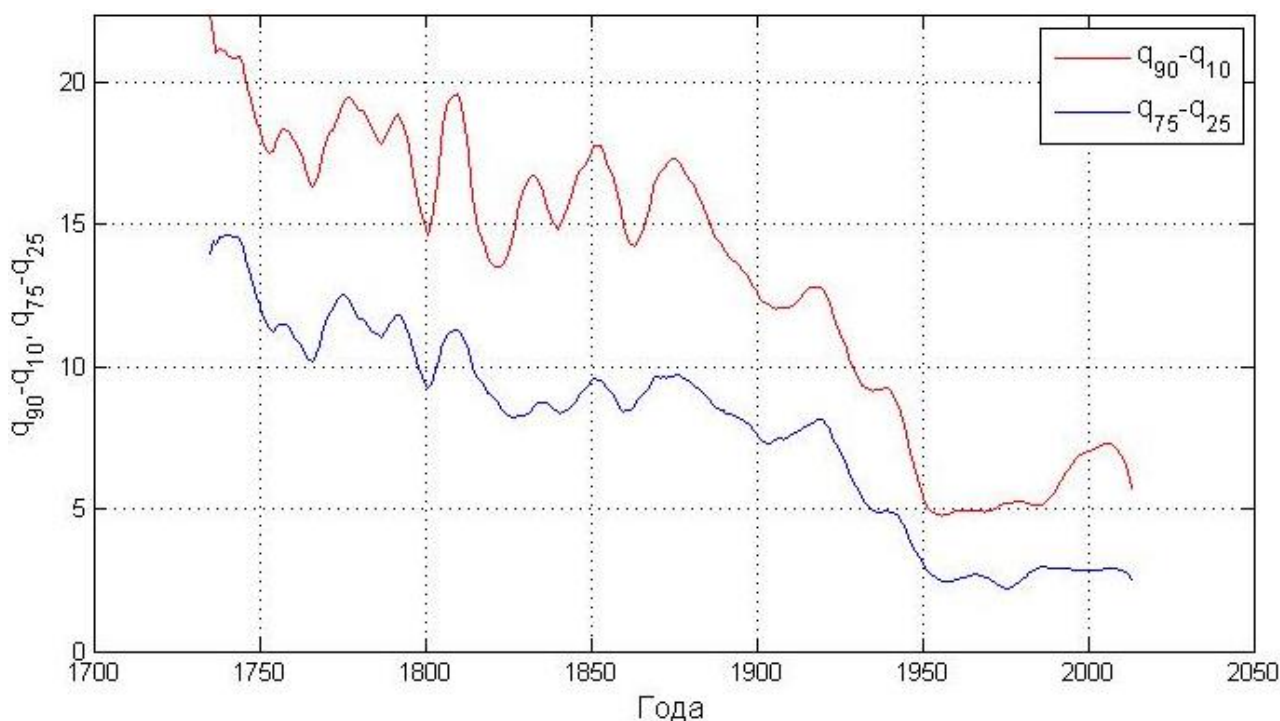


Рис. 11. Разброс значений общего коэффициента смертности

Период дивергенции сменяется в районе 1950 г. однотипным развитием.

Всплеск разности крайних децилей в 1990-2000-е гг. обусловлен возрастанием смертности в некоторых постсоветских и постсоциалистических государствах, столкнувшихся со значительными трудностями в переходе к новому социоэкономическому устройству.

И если российский рост смертности, измеренный в абсолютных цифрах, как показано на рис. 9, выглядит просто очень большим, то изменение его квантильного уровня, изображенное рис. 10, следует охарактеризовать как катастрофическое.

На рис. 10 представлен график общего коэффициента смертности для России в пространстве процентилей для всех стран. Видно, что наша страна, начав с лидирования по этому показателю, после краткого периода значительных успехов вернулась к максимальной смертности. Как мы были не в состоянии использовать современные достижения здравоохранения в довоенное время, так остаемся не в состоянии использовать их и сейчас.

На рис. 11 представлены разности крайних децилей и квартилей для каждого момента времени. На этих графиках наблюдается общая тенденция к уменьшению ширины распределения процентилей общего коэффициента смертности, прекращающаяся в середине XX в., начиная с которой страны демонстрируют синхронную и безразличную динамику (смертность падает приблизительно теми же темпами, что и стареет население).

Общий коэффициент рождаемости

Для данного коэффициента процентиля всех стран строились на период с 1735 по 2013 гг.

Графики квантилей общего коэффициента рождаемости за весь временной период для выборки из всех стран и график значений этого коэффициента для России представлены на рис. 12.

Общемировая тенденция к снижению рождаемости была подхвачена и нашей страной, но этот процесс у нас шел со значительными колебаниями. Они становятся особенно заметны, если рассмотреть динамику квантильного уровня российского общего коэффициента рождаемости, показанную на рис. 13. Мировые войны на этом графике малозаметны, т.к. российские данные были интерполированы по соседним сравнительно благополучным промежуткам времени. Зато демографическое эхо войны, связанное со вступлением в репродуктивный возраст малочисленных поколений детей и внуков войны, очень заметно. Причем видно, что возникающие колебания не затухают, как должно происходить за счет вариации возраста деторождения. Данное обстоятельство связано с крайне неразумными мерами демографической политики начала 1980-х гг. и конца 2000-х гг., когда власти пытались стимулировать рождаемость именно в периоды высокой численности репродуктивных когорт, что приводило к смещению графика рождений с периодов низкой численности.

После отстройки от общемировых трендов, посредством перехода от абсолютных показателей к квантильному уровню, неопределенность российской ситуации становится отчетливой. Мы несколько раз качались от положения страны с традиционным уровнем рождаемости к положению страны с современной рождаемостью.

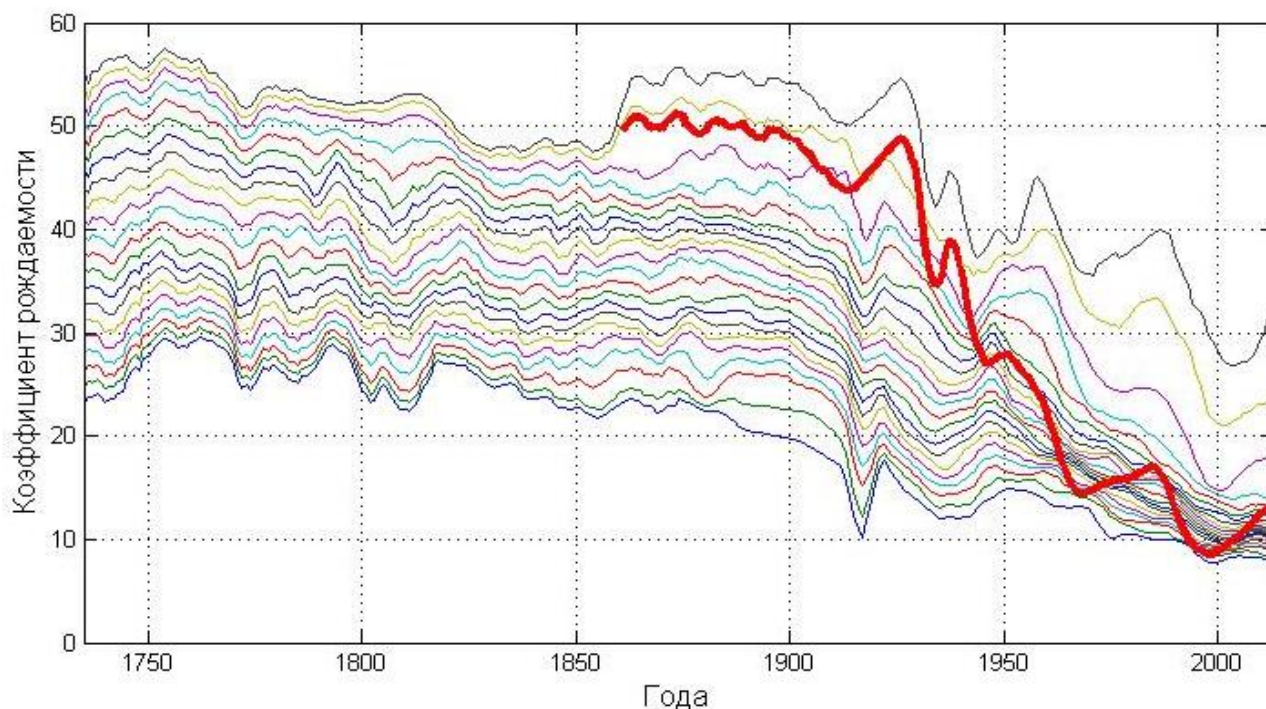


Рис. 12. Реконструированные процентиля общего коэффициента рождаемости, ‰

Процесс падения рождаемости начался достаточно давно, но в XVIII–XIX вв. шел крайне медленно, резко ускорившись лишь в XX в.

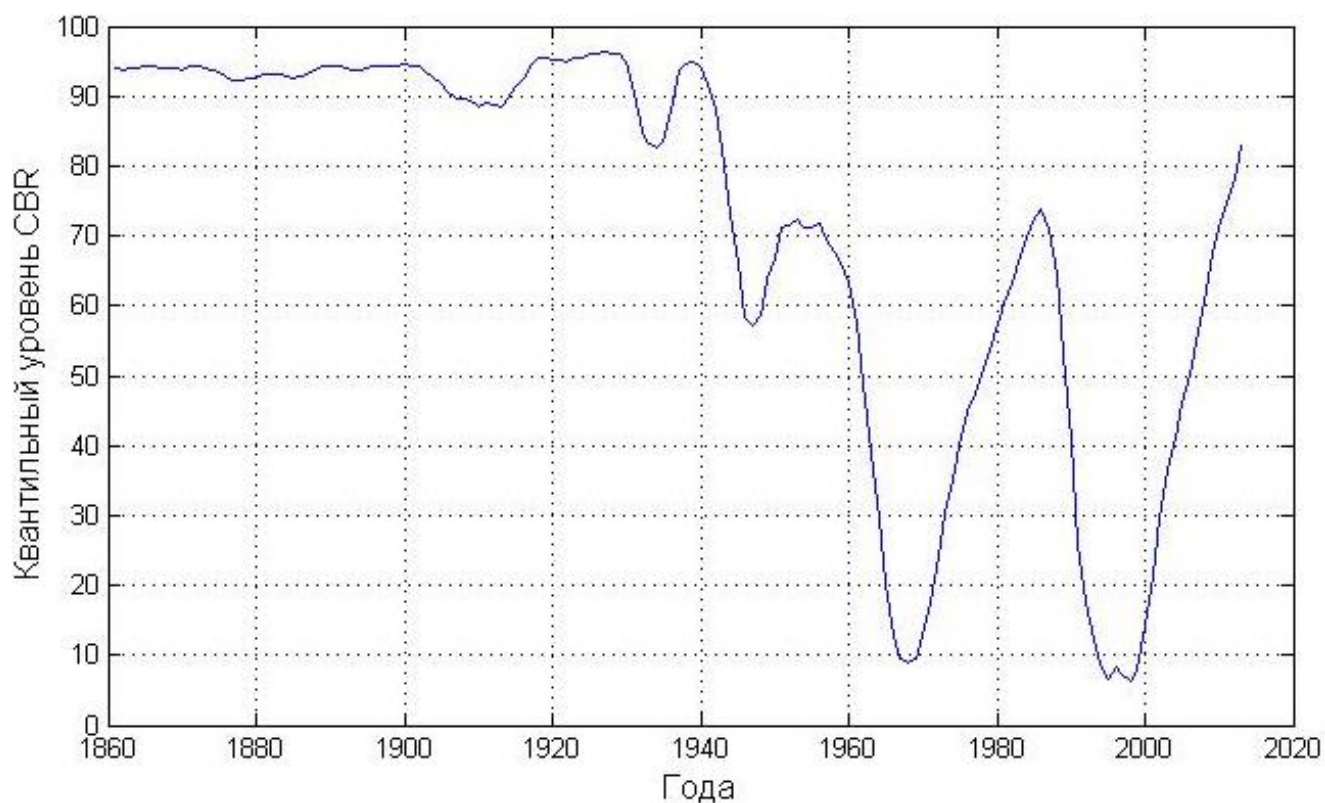


Рис. 13. Квантильный уровень общего коэффициента рождаемости в России

Во второй половине XX в. видны отчетливые колебания с периодом около 30 лет.

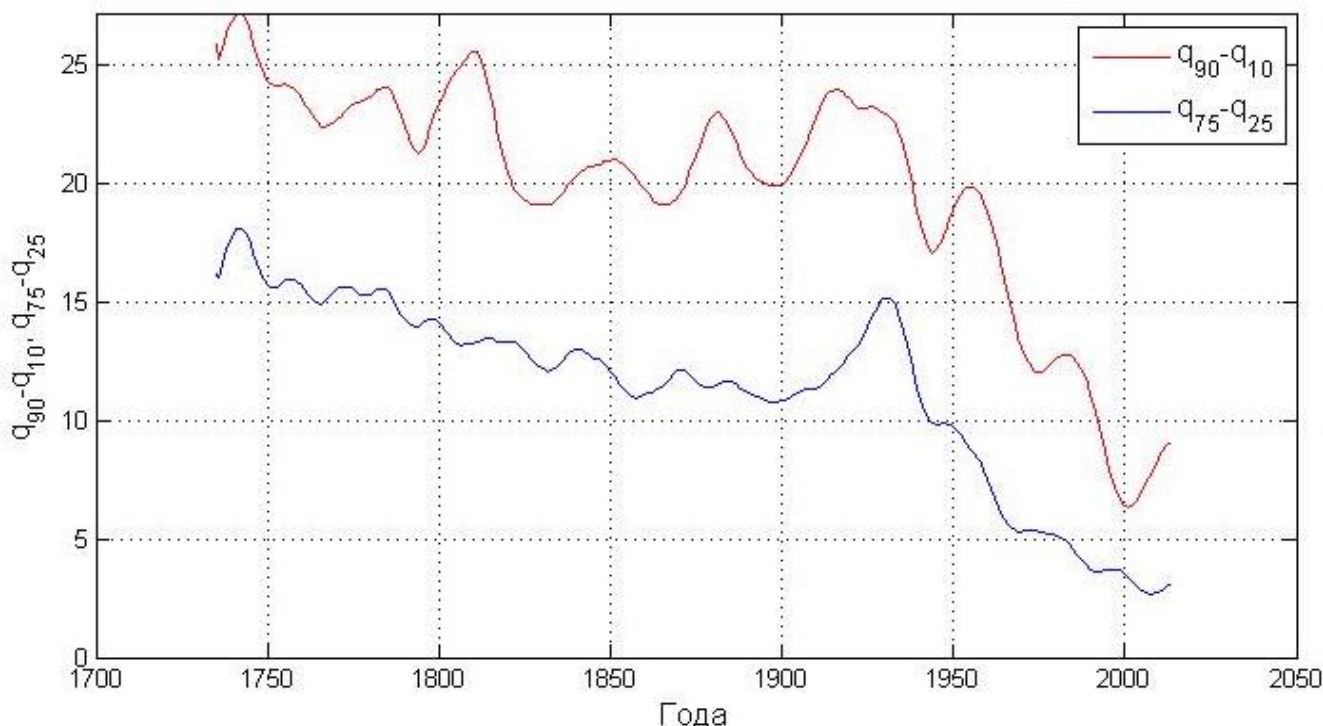


Рис. 14. Разброс значений общего коэффициента рождаемости

Разность крайних децилей и квартилей демонстрируют в целом синхронную динамику, с отчетливой тенденцией к снижению – происходит конвергенция стран.

На рис. 14 представлена разность крайних децилей и квартилей для каждого момента времени. По этим графикам можно судить о том, насколько сильно расходятся значения коэффициента для различных стран. В целом ширина распределения повторяет динамику процентилей – медленное уменьшение сменяется более быстрым, хотя на этапе между мировыми войнами можно выделить некоторый период дивергенции.

Коэффициент суммарной рождаемости

Для данного коэффициента процентиля всех стран строились на период с 1855 по 2013 гг.

Графики квантилей коэффициента суммарной рождаемости за весь временной период для выборки из всех стран и график значений этого коэффициента для России представлены на рис. 15. По сравнению с рис. 12, переключение с высокой рождаемости на низкую происходит резче, поскольку количество рожденных детей нормируется на число женщин репродуктивных возрастов, а не на всё население, изменение возрастной структуры которого смазывало картину в случае общего коэффициента рождаемости.

Динамика обоих коэффициентов рождаемости в России подвержена одним и тем же колебаниям и выглядит примерно одинаково. Однако при переходе от абсолютных значений коэффициента суммарной рождаемости к его квантильным уровням, показанным на рис. 16, амплитуда колебаний становится несколько меньше той, которая наблюдалась для общего коэффициента рождае-

мости. Вопрос, связано ли это с изменением возрастной структуры населения или календаря рождений, остается открытым.

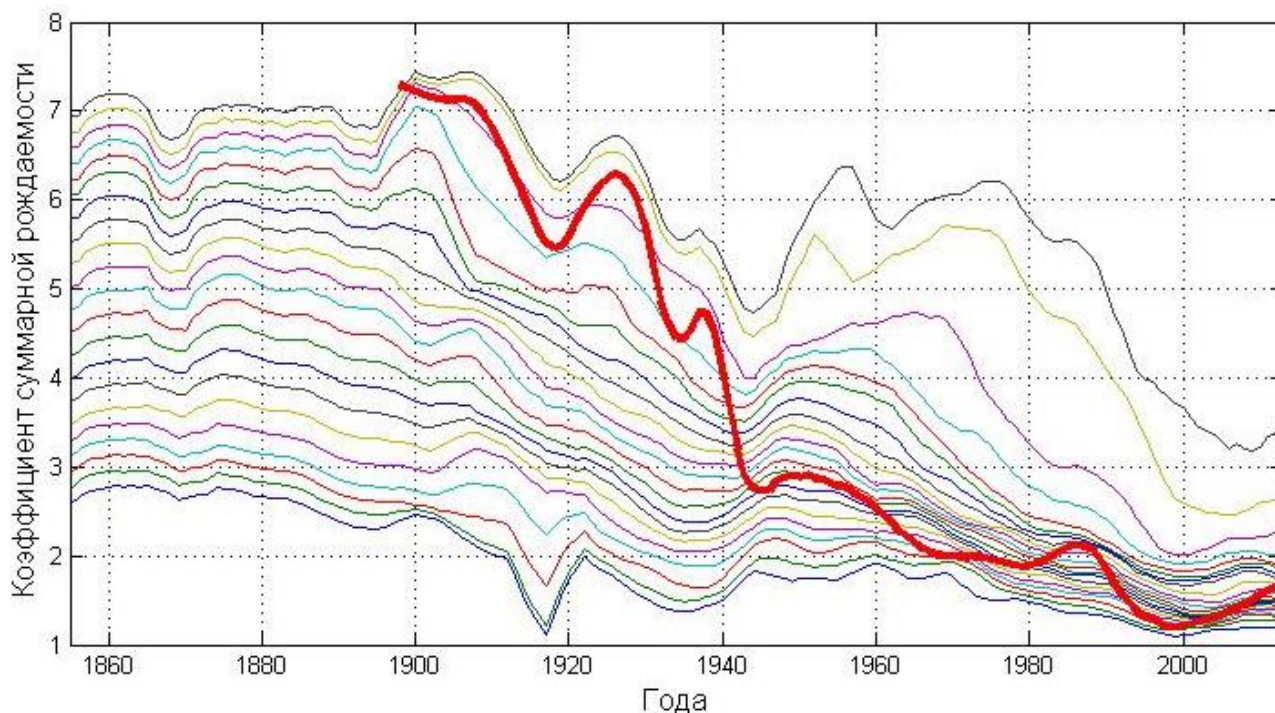


Рис. 15. Реконструированные процентиля коэффициента суммарной рождаемости, %
Время изменения данного показателя фактически ограничено XX в.

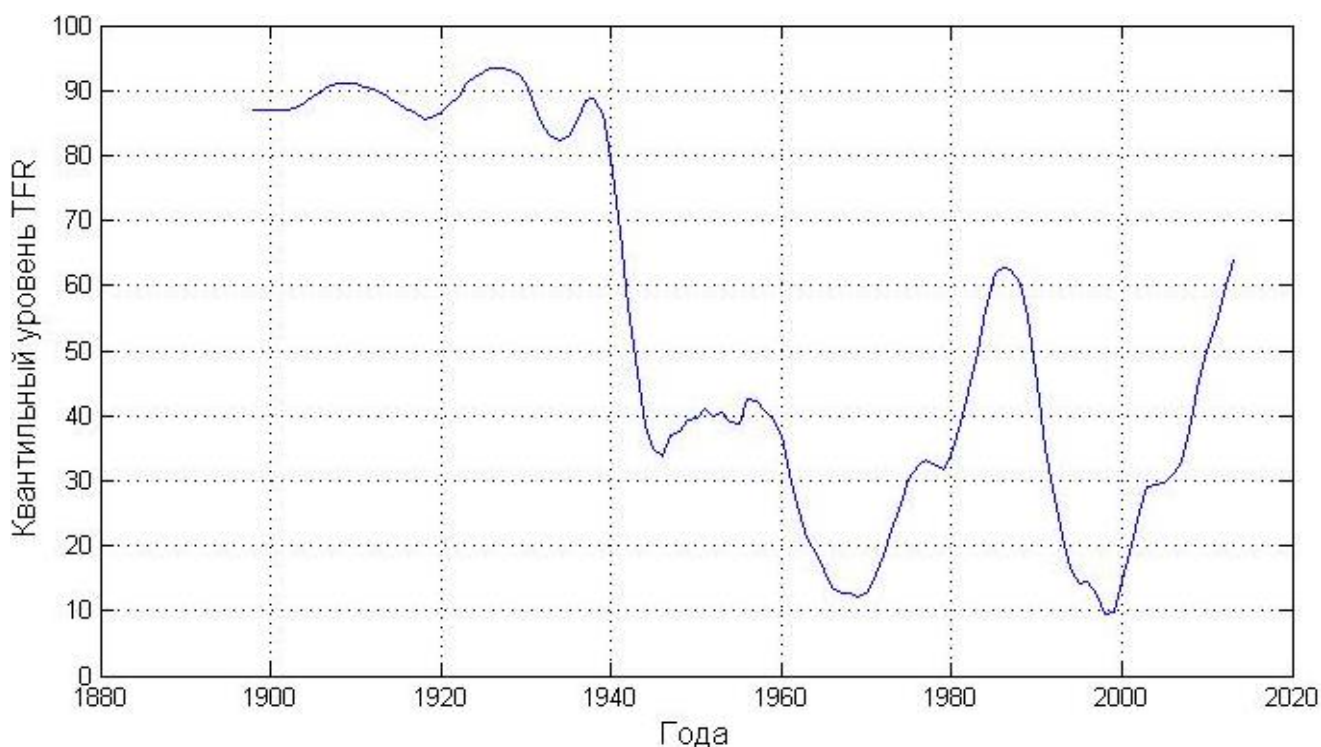


Рис. 16. Квантильный уровень коэффициента суммарной рождаемости в России
Воспроизводятся те же колебания, связанные с эхом войн, что и на рис. 13.

На графиках, представленных на рис. 17, наблюдается постепенное затухание ширины распределения процентилей коэффициента суммарной рождаемости.

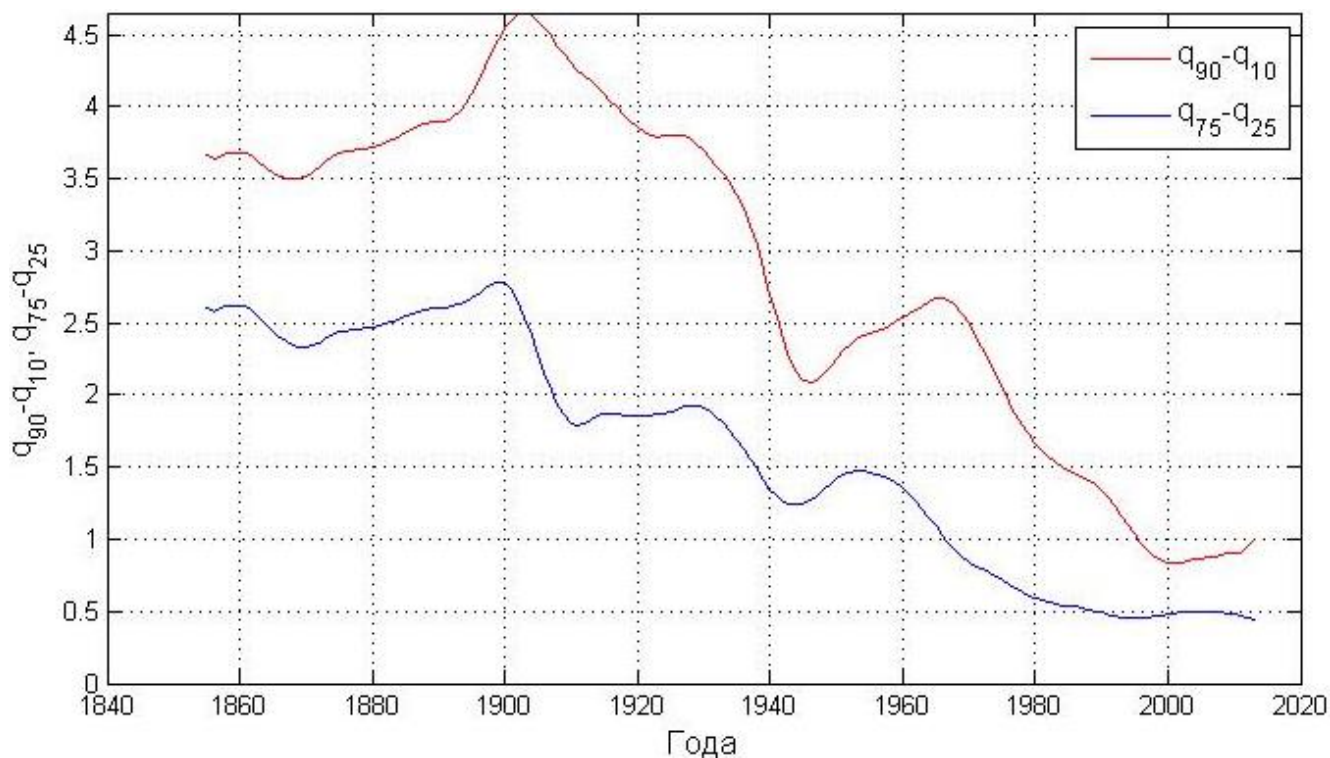


Рис. 17. Разброс значений коэффициента суммарной рождаемости

Как и в случае общего коэффициента рождаемости, разность крайних децилей и квартилей демонстрирует синхронную динамику, связанную с общим сокращением рождаемости.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Реконструированная динамика процентилей позволяет описать общие закономерности изменения рассматриваемых величин и эволюцию относительного положения избранной страны относительно неизменной выборки других стран.

Коэффициент младенческой смертности переходит от примерного постоянного уровня к экспоненциальному падению, а коэффициент общей смертности – от медленного сокращения к стабилизации, причем для первого из них во время смены тенденций имеет место период дивергенции стран. Положение России относительно других стран по обоим коэффициентам одинаково: значительные успехи, пик которых приходится на 1960-е гг., и возвращение к довоенному уровню отставания примерно к рубежу XX-XXI вв.

Коэффициенты рождаемости переходят от медленного снижения к более быстрому на рубеже XIX-XX вв. При этом если коэффициент суммарной рождаемости демонстрирует в настоящее время тенденцию к стабилизации, то общий коэффициент рождаемости продолжает падать. Российской спецификой

является волновой характер динамики квантильного уровня обоих коэффициентов, испытывающих незатухающие колебания с периодом, примерно равным времени смены поколений.

Литература

1. Демоскоп Weekly. Приложения. <http://demoscope.ru/weekly/pril.php>
2. *Андреев Е.М., Дарский Л.Е., Харьков Т.Л.* Демографическая история России: 1927–1957. – М.: Информатика, 1998. – 187 с.
http://demoscope.ru/weekly/knigi/andr_dars_khar/adk.html
3. Демографическая модернизация России. 1900–2000/ Под ред. А.Г.Вишневого. – М.: Новое издательство, 2006. – 608 с.
<http://www.demoscope.ru/weekly/knigi/modern/modernizacija.html>