

ИЗ ОПЫТА ПОСТРОЕНИЯ СОВЕТСКИХ ТАБЛИЦ ДОЖИТИЯ

Для составления планов экономического и культурного развития страны, республики, района или города необходимо располагать данными о численности населения и его составе по полу, возрасту на определенный момент и на будущее. Для перспективного расчета численности и состава населения по полу и возрасту сведения можно получить из материалов переписи населения и так называемых *таблиц дожития*¹. Таблицы дожития, кроме того, важны для оценки условий жизни населения, поскольку уровень смертности и продолжительность жизни зависят от культурного уровня населения, условий его труда и быта, достижений медицины и здравоохранения.

Таблицы дожития представляют собой модель, показывающую, сколько из числа родившихся доживет до того или иного возраста, сколько умрет, не дожив до следующего возраста, какова вероятность дожить или умереть для лиц каждого возраста и какова средняя продолжительность предстоящей жизни.

Таблицы дожития строятся как для всего населения, так и для

¹ В СССР они называются «таблицами смертности» или «таблицами смертности и средней продолжительности жизни». В американской и английской демографической статистике и страховом деле их называют «таблицы жизни». Названия «таблицы жизни» или «таблицы дожития» наиболее полно раскрывают сущность этих таблиц, так как лишь два показателя из восьми характеризуют смертность (q_x и d_x). Остальные шесть характеризуют дожитие населения.

отдельных групп: для городского и сельского населения, для населения отдельных республик, областей, крупных городов и т. п.

Ввиду важного их значения таблицы дожития необходимо строить периодически. Применение ЭВМ значительно облегчает эту кропотливую и трудоемкую работу и дает возможность построить таблицы в самый короткий срок. До последнего времени построение таблиц приурочивалось, как правило, к переписи населения, так как последняя дает наиболее полные и достоверные сведения о численности и возрастно-половом составе населения. В последние годы Центральное статистическое управление СССР строит таблицы дожития на базе расчетной численности населения, например, для 1963—1964 гг., 1964—1965 гг. и др. Некоторые показатели этих таблиц публикуются в статистических сборниках.

Существуют различные методы построения таблиц. Применение того или иного метода в первую очередь определяется наличием и достоверностью данных текущего учета смертей. Период времени, для которого они строятся, так же далеко не одинаков. Так, в Германии он одногодичный, в СССР — двухгодичный¹, во Франции — шестилетний, в США, Англии и некоторых скандинавских странах — десятилетний². Общее же в построении современных таблиц дожития состоит в том, что они базируются на данных *переписи населения* или на расчетных данных о возрастно-половом распределении населения и на данных *текущего учета смертных случаев* за период, примыкающий к переписи. Для детских возрастов таблицы дожития строятся, как правило, на основе данных о числе родившихся, распределенных по годам рождения, и данных об умерших по году рождения и году смерти.

В настоящее время таблицы строятся исключительно косвенным способом. Эти таблицы отражают уровень смертности в данное время в каждом возрастном интервале. При этом первоначальным элементом таблицы являются вероятности умереть в отдельных возрастах (q_x), на основании которых получают остальные показатели таблицы.

В царской России была проведена всего лишь одна Всеобщая перепись населения 1897 года. На базе этой переписи и данных об умерших за 1896—1897 гг. известный демограф С. А. Новосельский построил таблицы дожития³ для 50 губерний Европейской России.

До 1897 г. в России было построено несколько таблиц дожития для части населения, в основном для православного населения. Это объясняется тем, что в царской России имелись более или ме-

¹ Для советских таблиц таким периодом являются два смежных года, причем момент переписи населения приходится на середину периода.

² Наряду с таблицами для 10-летнего периода в Англии строятся так называемые «малые таблицы» для двухлетнего периода, в США — для трехлетнего.

³ См.: С. А. Новосельский. Смертность и продолжительность жизни в России. Петроград, 1916.

нее систематизированные данные церковной регистрации об умерших и родившихся православного вероисповедания. Таблицы были построены по данным об умерших или по данным об умерших и родившихся.

На основе данных о родившихся за 1796—1855 гг. и умерших за 1851—1860 гг. были построены таблицы для православного населения России К. А. Андреевым¹. По данным об умерших за 1874—1883 гг. и родившихся за 1754—1883 гг. для православного населения Европейской России построил таблицы В. И. Борткевич².

Наиболее интересными были таблицы дожития В. Я. Буняковского³, построенные на основе данных об умерших за 1862 г. и родившихся за период 1796—1862 гг. для мужчин и женщин православного населения Российской империи.

Метод Буняковского с некоторыми изменениями и уточнениями применяется и в современных таблицах дожития, которые составляют для детских возрастов (примерно до 5 лет). Для этого на основании формулы Буняковского

$$d_0 = \frac{M_0}{1/2 (N_0 + N_1)}$$

определяют q_0 , исходя из того, что $q_0 = d_0$. Если

$$\text{или} \quad \begin{aligned} l_0 &= 1, \text{ то } l_x = p_0 \cdot p_1 \cdot p_2 \dots p_{x-1} \\ l_x &= (1 - q_0)(1 - q_1)(1 - q_2) \dots (1 - q_{x-1}), \end{aligned}$$

тогда

$$q_x = \frac{2 M_x}{(N_x + N_{x+1})(1 - q_0)(1 - q_1)(1 - q_2) \dots (1 - q_{x-1})},$$

d_0 — число умерших в стационарном населении,

q_x — вероятность умереть в возрасте x лет,

l_x — числа доживающих до возраста x лет,

M_x — число умерших в возрасте x лет,

N_0 и N_1 — числа родившихся в данном и в прошлом году,

N_x — число родившихся x лет назад.

Первые полные таблицы дожития в СССР были составлены в 1926—1927 гг. на основе данных Всесоюзной переписи населения СССР 17 декабря 1926 г. о возрастном-половом составе населения и данных об умерших за 1926 и 1927 гг. Эти таблицы были построены под руководством С. А. Новосельского и В. В. Паевского

¹ К. А. Андреев. «О таблицах смертности. Опыт теоретического исследования о законах смертности и составления таблиц смертности для России». М., 1871.

² В. И. Борткевич. «Смертность и долговечность мужского православного населения Европейской России». «Записки Императорской Академии наук», Т. 63, приложение 8, Петербург, 1890 и т. 66, приложение 3, Петербург, 1891.

³ В. Я. Буняковский. Опыт о законах смертности в России. «Записки Императорской Академии наук». Т. 8, приложение 6, Петербург, 1865.

Принимая знаменатель за H_x и подставляя в формулу

$$q_x = \frac{2m_x}{2 + m_x},$$

получим

$$q_x = \frac{4(M_x + M'_x)}{\left[2 + 2\left(\frac{M_x + M'_x}{H_x}\right)\right] \cdot H_x}.$$

Таким образом

$$q_x = \frac{2(M_x + M'_x)}{S_{x+1} + 2S_x + S_{x-1} + \frac{1}{2}(M_{x+1} + M_x) + (M_x + M'_x) - \frac{1}{2}(M'_{x-1} + M'_x)},$$

где M_x — число умерших в возрасте x лет в 1958 г., соответствующее $C_x C_{x+1} A_x A_{x+1}$.

M'_x — число умерших в возрасте x лет в 1959 г., соответствующее $A_x A_{x+1} B_{x+1} B_x$.

S_x — численность населения в возрасте x лет по переписи.

Для построения таблиц дожития на базе переписи 1959 г. по РСФСР был предложен несколько своеобразный способ построения¹, в основу которого также был положен метод Новосельского, однако данные текущего учета смертей использовались не за два смежных года, а лишь за один год. Причем данные переписи о возрастном распределении населения приходятся на конец периода, за который взяты данные об умерших.

Из формулы

$$m_x = \frac{M_x}{\frac{1}{2}(S_x + S'_x)}$$

получаем

$$m_x = \frac{2M_x}{S_x + S_{x+1} + \frac{1}{2}(M_x + M_{x+1})} = \frac{4M_x}{2S_x + 2S_{x+1} + M_x + M_{x+1}}.$$

Подставляя m_x в формулу

$$q_x = \frac{2m_x}{2 + m_x},$$

получим

$$q_x = \frac{8M_x}{2S_x + 2S_{x+1} + M_x + M_{x+1}} : \left[2 + \frac{4M_x}{2S_x + 2S_{x+1} + M_x + M_{x+1}}\right],$$

или

$$q_x = \frac{4M_x}{2S_x + 2S_{x+1} + 3M_x + M_{x+1}}.$$

¹ Метод разработан кафедрой статистики населения Московского экономико-статистического института.

Из вывода указанных формул видно, что для каждого возраста путем прибавления соответствующей совокупности умерших к числу лиц следующего возраста можно получить число лиц данного возраста на начало года, предшествующего переписи. После этого среднегодовая численность определяется как полусумма чисел живущих на начало и конец года. Ввиду отсутствия элементарных совокупностей, берется половина соответствующей совокупности умерших третьего года.

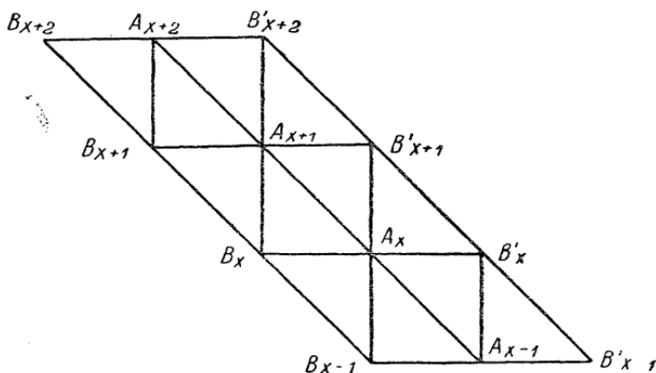


Рис. 2.

Для построения таблицы дожития для населения Москвы в связи с изменением границ города возникла необходимость использовать данные о возрастном-половом распределении умерших лишь за 1959 г., т. е. за год, следующий за датой переписи населения. В связи с этим расчеты выполнялись уже по другой формуле (см. рис. 2):

$$m_x = \frac{M_x}{\frac{1}{2}(S_x + S'_x)} = \frac{2M_x}{A_x A_{x+1} + B'_x B'_{x+1}}$$

где M_x — число умерших в 1959 г. в возрасте x , соответствующее $A_x A_{x+1} B'_x B'_{x+1}$.

$$B'_x B'_{x+1} = A_x A_{x-1} - A_x B'_x A_{x-1} - A_x B'_x B'_{x+1},$$

$$B'_x B'_{x+1} = S_{x-1} - \frac{1}{2}(M_x + M_{x-1}),$$

откуда

$$m_x = \frac{2M_x}{S_x + S_{x-1} - \frac{1}{2}(M_x + M_{x-1})}$$

Подставляя m_x в формулу для q_x , получаем:

$$q_x = \frac{2M_x}{S_x + S_{x-1} + \frac{1}{2}(M_x - M_{x-1})}$$

Таблицы дожития для детских возрастов строятся также несколькими методами и имеют свои особенности в силу высокой смертности в возрасте до 1 года и резкого снижения ее в возрасте 1—4 года. Один из таких методов — метод Буняковского, применение которого требует хорошо налаженного учета смертей и рождений, так как основывается на данных о числе родившихся и умерших, распределенных по элементарным совокупностям за пять лет, предшествующих переписи, и один год, следующий за ней.

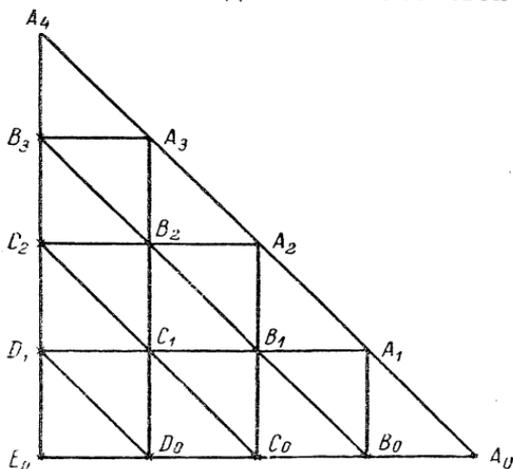


Рис. 3.

А. Я. Боярским¹, основанный на том же принципе, но данные об умерших берутся за 2 календарных года (см. рис. 3).

В практике советской демографии применяется также метод, предложенный

$$q_0 = \frac{g_0}{l_0} + \frac{h_0}{l_0} = g_0 + h_0,$$

$$h_0 + g_0 = \frac{A_0 B_0 A_1}{N_0} + \frac{B_0 B_1 A_1}{N_0'},$$

где N_0 и N_0' — числа родившихся в данном и в прошлом году, соответствующие $A_0 B_0$ и $B_0 C_0$.

$$q_0 = \frac{A_0 A_1 B_0 + B_0 B_1 C_0}{\frac{1}{2} (A_0 B_0 + B_0 C_0)} + \frac{B_0 A_1 B_1 + C_0 B_1 C_1}{\frac{1}{2} (A_0 B_0 + B_0 C_0)}.$$

Следовательно,

$$q_0 = \frac{2(M_0 + M_0') + 2(M_0'' + M_0''')}{N_0 + N_0'},$$

где M , M' , M'' , M''' — соответствующие нижние и верхние элементарные совокупности умерших.

Для возрастов 1—4 года q_x определяется как отношение $M : l$. Например, вероятность умереть в возрасте 1 год равна:

$$q_1 = \frac{M_1}{l_1} = \frac{C_1 B_1 A_2 B_2}{C_1 B_1} = \frac{C_1 B_1 B_2 + B_1 A_2 B_2}{C_1 B_1}.$$

$C_1 B_1$ можно определить как разницу между числом родившихся детей $C_0 D_0$ и умерших из этого поколения, родившихся в элемен-

¹ См.: А. Я. Боярский. Курс демографической статистики. М., «Госплан-издат», 1945, стр. 185.

тарных совокупностях $D_0C_0C_1$ и $C_0B_1C_1$. Эту же величину C_1B_1 можно получить, исходя из данных переписи населения, зафиксировавшей число детей из поколения родившихся C_0D_0 доживших до переписи и соответствующих A_2A_3 , т. е. C_1B_1 можно получить, прибавив к A_2A_3 число умерших из данного поколения родившихся и не доживших до переписи, но переживших C_1B_1 . В данном случае C_1B_1 будет равно $A_2A_3 + B_2A_2A_3 + B_2A_2B_1 + C_1B_1B_2$ (см. рис. 3). Безусловно, и в том, и в другом случае при определении C_1B_1 необходимо учитывать миграцию.

При построении таблиц дожития по РСФСР, для получения q_x для первых пяти возрастов был применен метод Бека, состоящий в определении p_x из соотношения:

$$\frac{L_x}{l_x} \cdot \frac{l_{x+1}}{L_x}.$$

Так, для первого года жизни

$$q_0 = 1 - p_0 = 1 - \frac{L_0}{l_0} \cdot \frac{l_1}{L_0}$$

или (см. рис. 4)

$$1 - \frac{A_0 A_1}{A_0 B_0} \cdot \frac{A_1 B_1}{B_0 B_1} = 1 - \frac{A_0 B_0 - B_0 A_0 A_1}{A_0 B_0} \cdot \frac{C_0 B_0 - C_0 B_0 A_1 B_1}{C_0 B_0 - C_0 B_0 B_1} =$$

$$= \frac{N_0(N_1 - C_0 B_0 B_1) - (N_0 - B_0 A_0 A_1) \cdot (N_1 - C_0 B_0 B_1 - B_0 B_1 A_1)}{N_0(N_1 - C_0 B_0 B_1)}.$$

Иначе говоря, при расчете q_0, q_1, q_2, q_3 и q_4 были использованы данные текущего учета о родившихся и умерших за предшествующие годы.

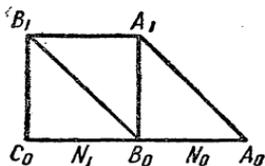


Рис. 4.

Для получения q_0 и q_1 данные текущего учета (о смертях) доводились до момента переписи населения, и соответствующие S_0 и S_1 относили к l_0 и l_1 . При сопоставлении чисел родившихся за соответствующие годы было обнаружено, что по данным переписи численность детей в возрасте 0 и 1 год несколько меньше, а в возрасте 2 и 3 года — больше чем по данным текущего учета. Такое несоответствие характерно не только для РСФСР, но и для всей страны. Вероятно, это объясняется тем, что, несмотря на акцентирование в инструктаже внимания счетчиков на имеющую место в переписях возрастную аккумуляцию, и, в частности, на аккумуляцию в детских возрастах, при переписи были допущены округления возраста. Поэтому при построении таблиц дожития для этих возрастов пришлось использовать вместо данных переписи данные о родившихся за соответствующие годы. В силу того, что для возрастов 3—4 года такой пересчет затруднялся изменениями границ РСФСР в 1953—1954 гг., пришлось S_x определять, исходя из данных переписи.

В силу того, что для возрастов 3—4 года такой пересчет затруднялся изменениями границ РСФСР в 1953—1954 гг., пришлось S_x определять, исходя из данных переписи.

Что касается старших возрастов, то и в этой части имела место возрастная аккумуляция по данным переписи населения и по данным текущего учета числа умерших, распределенных по возрастам. При этом была обнаружена тенденция к округлению возраста на нули, пятерки, восьмерки.

Сглаживание, произведенное способом Б. С. Ястремского (по параболе третьего порядка) дало хорошие результаты для возрастов старше 45 лет. Применение же метода Б. С. Ястремского для возрастов моложе 45 лет приводило к полному сглаживанию перепадов в численности лиц, родившихся в годы войны, а также в средних рабочих возрастах (воинские контингенты в период Великой Отечественной войны). Поэтому для возрастов 20—45 лет был применен способ С. А. Новосельского по параболе второго порядка, а стыки пятилеток дополнительно сглаживались с помощью трехлетней скользящей средней с весами 1:2:1.

На основе обработанных таким образом данных были построены таблицы дожития для женского населения РСФСР.

Полученные результаты, при изображении на чертеже, дали плавные кривые (l_x и q_x), правда, имел место некоторый скачок в возрасте 19 лет, исправить который удалось, определив среднюю q_x в возрастах 18—20 лет. В возрастах старше 85 лет кривая, при изображении на чертеже, имела беспорядочные колебания. Поэтому величины после 85 лет были получены экстраполяцией по формуле Гомперца-Макегама.

Метод построения, основанный на повозрастном распределении умерших за один календарный год, был применен и при построении таблиц дожития по одной из союзных республик. В этом случае были использованы данные об умерших за 1965 г. и повозрастное распределение численности живущих на начало 1965 г. (по расчету, сделанному на базе переписи населения). Одновременно для той же республики были построены таблицы с использованием данных текущего учета о смертях за 1964—1965 гг.; здесь данные о повозрастном распределении живущих на начало 1965 г. приходились на середину периода, за который были взяты данные об умерших.

При сопоставлении полученных показателей таблиц дожития, построенных для одногодичного и для двухлетнего периода времени, не было обнаружено значительных отклонений. Например, при сопоставлении повозрастных вероятностей умереть (q_x) и средней продолжительности предстоящей жизни (e_x^0) были получены следующие результаты (см. табл. 2).

В результате сопоставления можно сделать вывод, что в силу незначительных отклонений имеет смысл строить таблицы дожития на базе переписи населения и данных текущего учета за один календарный год.

Всесоюзная перепись населения, намечаемая на начало 1970 г., должна дать необходимые данные для построения таблиц дожи-

**ВЕРОЯТНОСТЬ УМЕРЕТЬ
И СРЕДНЯЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ПРЕДСТОЯЩЕЙ ЖИЗНИ
ГОРОДСКОГО НАСЕЛЕНИЯ (МУЖСКОЙ ПОЛ)**

Возраст	q_x		e^0_x	
	1964—1965 гг.	1965 г.	1964—1965 гг.	1965 г.
0	—	—	67	67
5	0,00062	0,00061	64	64
10	0,00060	0,00060	59	59
15	0,00065	0,00065	54	54
20	0,00141	0,00143	49	50
25	0,00154	0,00153	45	45
30	0,00202	0,00200	40	40
35	0,00301	0,00298	36	36
40	0,00389	0,00395	31	31

тия, которые нужны для перспективных расчетов, необходимых, в частности, для корректирования плана развития народного хозяйства на 1971—1975 гг.

Очень важно, чтобы таблицы дожития на базе переписи населения 1970 г. были построены в самый короткий срок.

Поэтому вопрос о том, за какой период должны быть взяты данные текущего учета умерших: за один или за два года, должен быть решен уже теперь.

По нашему мнению, метод построения таблиц на основе данных об умерших за один год может быть предложен и для 1970 г. В этом случае таблицы дожития могут быть построены и использованы в составлении народнохозяйственного плана 1971—1975 гг, на целый год раньше, т. е. как только будут получены сводные данные о возрастно-половом распределении населения.

На наш взгляд, важное значение имеют и так называемые краткие таблицы дожития.

Познавательное значение их не меньше, чем полных, а их построение требует меньшего труда и времени. При сравнении показателей таблиц СССР с соответствующими показателями других стран, целесообразно наряду с полными таблицами иметь и краткие, так как в статистических и демографических ежегодниках ООН показатели таблиц дожития даются по пятилетним возрастным группам.

Краткие таблицы дожития можно строить по пятилетним или десятилетним возрастным группам.

Метод, на котором мы остановимся, носит название метода коэффициентов смертности. При расчете показателей этим методом исходными данными являются данные переписи населения и данные текущего учета, как правило, за два календарных года.

Сущность этого метода сводится к следующему.
Известно, что

$$q_x = 1 - p_x; p_x = e^{-\int_x^{x+1} \mu_x dx} \text{ и } p_x = \frac{l_{x+1}}{l_x}.$$

Следовательно, для кратких таблиц

$$\begin{aligned} p_x \cdot p_{x+1} \cdot p_{x+2} \cdot p_{x+3} \cdot p_{x+4} &= \\ &= e^{-\sum_x^{x+4} \mu_x} = e^{-(\mu_x + \mu_{x+1} + \mu_{x+2} + \mu_{x+3} + \mu_{x+4})}, \end{aligned}$$

где $\mu_x \approx m_x$.

Значит,

$$l_{x+5} = l_x \cdot e^{-5\mu_x} \approx l_x e^{-5m_x/5}.$$

Если таблицы строятся для пятилетних возрастных интервалов, а данные текущего учета взяты за два календарных года, то m берется в расчете на год. Тогда

$$l_{x+5} = l_x \cdot e^{-5/2 m_x},$$

или

$$\lg l_{x+5} = \lg l_x - 5/2 m_x \lg e.$$

Краткие таблицы дожития вместе с тем могут служить основанием для получения полных таблиц по одногодичным возрастным интервалам.

Работа, проделанная Отделом демографии НИИ ЦСУ СССР в этом направлении, свидетельствует о том, что построенные таким образом таблицы дают возможность избежать предварительного выравнивания статистических данных о повозрастном распределении умерших¹.

Вся трудность построения этих таблиц заключалась лишь в определении способа интерполяции показателей кратких таблиц для отдельных возрастных интервалов и определения способа экстраполяции показателей для старческих возрастов, наиболее подходящего для данной возрастной структуры населения.

¹ Данные о возрастном распределении живущих не требовали никакого выравнивания, поскольку в этом случае таблицы строились на расчетных материалах о численности населения.