

Причинный анализ динамики естественного движения населения

*Н.С. Еремеева, к.э.н., Т.В. Лебедева, к.э.н.,
ФГБОУ ВПО Оренбургский ГУ*

По мнению ведущих учёных-демографов, на процессы естественного движения населения главным образом оказывают влияние социальные и политические изменения, происходящие в обществе [1].

На основе априорного анализа в качестве факторов, влияющих на динамику чистого коэффициента воспроизводства в Оренбургской области, были выбраны следующие показатели: x_1 — соотношение численности мужчин и женщин, оценка на конец года (на 1000 мужчин приходится

женщин); x_2 — общие коэффициенты брачности (на 1000 чел. населения); x_3 — общие коэффициенты разводимости (на 1000 чел. населения); x_4 — реальные денежные доходы населения, %; x_5 — уровень экономической активности населения (по данным выборочных обследований населения по проблемам занятости, %); x_6 — уровень безработицы (%); x_7 — общая площадь жилых помещений, приходящаяся в среднем на одного жителя (на конец года; м²); x_8 — заболеваемость на 1000 чел. населения (зарегистрировано заболеваний у пациентов с диагнозом, установленным впервые в жизни); x_9 — среднедушевые денежные доходы населения (в мес.; руб.; до 1998 г. — тыс. руб.) [2].

По результатам исследования временных рядов чистого коэффициента воспроизводства, стандартизованных коэффициентов смертности по основным классам причин смерти и выделенных факторов в Оренбургской области за 1996–2012 гг. на стационарность и коинтегрированность нами сделан вывод, что для определения показателей силы и тесноты взаимосвязи результативного и факторного призна-

ков, а также построения моделей регрессии можно работать с уровнями исходных временных рядов.

Между динамикой чистого коэффициента воспроизводства всего населения, городского и сельского населения в Оренбургской области и динамикой фактора x_6 наблюдается обратная тесная связь, а с динамикой факторов x_2, x_3, x_7, x_9 — прямая тесная связь (табл. 1).

1. Матрица парных коэффициентов корреляции чистых коэффициентов воспроизводства населения Оренбургской области и социально-экономических факторов за 1996–2012 гг. [3, 4]

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	Y_t	Y_{1t}	Y_{2t}
x_1	1,000											
x_2	0,873	1,000										
x_3	0,246	0,433	1,000									
x_4	0,339	0,290	0,485	1,000								
x_5	0,746	0,778	0,111	0,172	1,000							
x_6	-0,558	-0,618	-0,158	-0,430	-0,563	1,000						
x_7	0,928	0,942	0,285	0,180	0,809	-0,605	1,000					
x_8	0,668	0,436	0,420	0,649	0,324	-0,199	0,416	1,000				
x_9	0,842	0,921	0,230	0,094	0,796	-0,637	0,677	0,257	1,000			
Y_t	0,731	0,850	0,232	0,026	0,700	-0,631	0,906	0,174	0,966	1,000		
Y_{1t}	0,746	0,839	0,255	0,028	0,730	-0,606	0,911	0,219	0,962	0,990	1,000	
Y_{2t}	0,659	0,805	0,176	-0,024	0,648	-0,631	0,855	0,062	0,934	0,984	0,957	1,000

Где Y_t — чистый коэффициент воспроизводства всего населения;

Y_{1t} — чистый коэффициент воспроизводства городского населения;

Y_{2t} — чистый коэффициент воспроизводства сельского населения.

Пошаговая процедура регрессионного анализа с учётом мультиколлинеарности экзогенных переменных для всех эндогенных переменных позволила отобрать факторы — x_7 и x_9 (табл. 2). Уравнения и их параметры статистически значимы на 5-процентном уровне значимости, остатки имеют нормальный закон распределения, в них отсутствует автокорреляция. Доля колеблемости эндогенных переменных, объяснённая колеблемостью включенных в уравнения экзогенных переменных, превышает 94%.

В качестве факторов, влияющих на динамику стандартизованных коэффициентов смертности по основным классам причин смерти в Оренбургской области, к показателям $x_1 - x_9$, на основе априорного анализа добавлены следующие:

x_{10} — сброс загрязнённых сточных вод в поверхностные водные объекты (млн м³);

x_{11} — выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, отходящих от стационарных источников (тыс. т).

На смертность мужчин и женщин некоторые факторы оказывают различное влияние. Так, выявлена статистически значимая обратная связь между стандартизованными коэффициентами смертности от всех причин по совокупности мужчин с факторами x_7 (общая площадь жилых помещений, приходящаяся в среднем на одного жителя (на конец года; м²) и x_9 (среднедушевые денежные доходы населения (в мес.; руб.; до 1998 г. — тыс. руб.), в то время как этот коэффициент по совокупности женщин имеет статистически значимую обратную связь с факторами x_2 (общие коэффициенты брачности на 1000 чел. населения), x_5 (уровень экономической активности населения (по данным выборочных обследований населения по проблемам занятости; %) и x_9 (среднедушевые денежные доходы населения (в мес.; руб.; до 1998 г. —

2. Уравнения регрессии и их статистические характеристики чистого коэффициента воспроизводства всего населения, городского и сельского населения в Оренбургской области за 1996–2012 гг. [3, 4]

Уравнение	R^2	F-критерий Фишера		Критерий Дарбина – Уотсона	
		набл.	крит.	набл.	крит.
$\hat{Y}_t = 1,355 + 0,00003x_9 + 0,042x_7$	0,965	193,882	3,739	2,17	$d_1 = 0,77$ $d_2 = 1,25$
$\hat{Y}_{1t} = 0,911 + 0,00002x_9 + 0,021x_7$	0,945	120,845		1,80	
$\hat{Y}_{2t} = 2,912 + 0,0001x_9 + 0,123x_7$	0,947	125,669		2,03	

тыс. руб.), а также прямую связь с фактором x_6 (уровень безработицы, %). Прослеживается различное влияние факторов и по другим причинам смерти.

В результате пошаговой регрессии получены уравнения, отражающие влияние выделенных факторов на стандартизованные коэффициенты смертности по основным классам причин смерти мужчин и женщин в Оренбургской области (табл. 3, 4).

Уравнения регрессии в целом и их параметры статистически значимы, остатки имеют нормальный закон распределения, в остатках отсутствует автокорреляция. Значения коэффициентов детерминации свидетельствуют о хорошем качестве полученных уравнений.

Помимо рассмотренных факторов на смертность мужчин от всех причин оказывают прямое влияние реальные денежные доходы населения (x_4) и обратное влияние – общая площадь жилых помещений, приходящаяся в среднем на одного жителя (x_7). Интересная взаимосвязь выявлена между фактором x_2 (общие коэффициенты брачности на 1000 чел. населения) и смертностью мужчин от некоторых

инфекционных и паразитарных болезней, а также от болезней органов дыхания. В первом случае данный фактор вызывает рост эндогенной переменной на $6,04\text{‰}$, а во втором случае снижение на $17,278\text{‰}$. Рост уровня экономической активности населения (x_5) на 1% способствует увеличению смертности мужчин от некоторых инфекционных и паразитарных болезней на $0,896\text{‰}$ и от болезни органов пищеварения на $3,343\text{‰}$.

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, отходящих от стационарных источников (x_{11}), имеют прямую связь со смертностью как мужчин, так и женщин от болезней органов пищеварения: с увеличением этого фактора на 1 тыс. т смертность мужчин возрастает на $0,058\text{‰}$, женщин – на $0,038\text{‰}$ (табл. 4).

На смертность женщин от болезней органов дыхания выявлено статистически значимое влияние факторов x_4 (реальные денежные доходы населения) и x_7 (общая площадь жилых помещений, приходящаяся в среднем на одного жителя). При их увеличении на 1% и 1 м^2 соответственно смертность снизится на $0,121\text{‰}$ и $1,975\text{‰}$.

3. Уравнения регрессии стандартизованных коэффициентов смертности по основным классам причин смерти мужчин в Оренбургской области [3, 4]

Уравнение регрессии	R^2	F-критерий		Критерий Дарбина – Уотсона	
		набл.	крит.	набл.	крит.
$\hat{M}_1 = 1658,14 + 8,472 \cdot x_4 - 51,048 \cdot x_7 + 3,471 \cdot x_{10}$	0,849	24,338	3,411	1,51	$d_1 = 0,67$ $d_2 = 1,43$
$\hat{M}_2 = -75,147 + 6,04 \cdot x_2 + 0,896 \cdot x_5 + 0,091 \cdot x_{10}$	0,949	80,501	3,411	2,37	
$\hat{M}_3 = 388,085 - 0,093 \cdot x_8 - 0,001 \cdot x_9$	0,696	15,999	3,739	1,42	$d_1 = 0,77$ $d_2 = 1,25$
$\hat{M}_4 = -181,650 + 1,481 \cdot x_8 - 0,009 \cdot x_9$	0,789	26,159	3,739	2,15	
$\hat{M}_5 = 140,627 - 17,278 \cdot x_2 + 0,138 \cdot x_8$	0,912	72,855	3,739	2,45	
$\hat{M}_6 = -174,453 + 3,343 \cdot x_5 + 0,058 \cdot x_{11}$	0,663	13,775	3,739	1,27	
$\hat{M}_7 = 265,971 - 0,010 \cdot x_9 + 1,21 \cdot x_{10}$	0,851	40,051	3,739	1,47	

4. Уравнения регрессии стандартизованных коэффициентов смертности по основным классам причин смерти женщин в Оренбургской области [3, 4]

Уравнение регрессии	R^2	F-критерий		Критерий Дарбина – Уотсона	
		набл.	крит.	набл.	крит.
$\hat{Ж}_1 = 921,324 + 25,29 \cdot x_3 - 0,011 \cdot x_9$	0,730	18,971	3,739	1,63	$d_1 = 0,77$ $d_2 = 1,25$
$\hat{Ж}_2 = -12,429 + 3,347 \cdot x_2 - 0,897 \cdot x_3$	0,917	77,529	3,739	2,14	
$\hat{Ж}_3 = 141,664 - 0,0003 \cdot x_9$	0,256	5,159	4,543	2,19	$d_1 = 0,87$ $d_2 = 1,1$
$\hat{Ж}_4 = 587,652 + 19,771 \cdot x_3 - 0,009 \cdot x_9$	0,729	18,858	3,739	1,54	$d_1 = 0,77$ $d_2 = 1,25$
$\hat{Ж}_5 = 81,664 - 1,975 \cdot x_7 - 0,121 \cdot x_4$	0,721	18,091	3,739	1,33	
$\hat{Ж}_6 = -92,435 + 1,684 \cdot x_5 + 0,038 \cdot x_{11}$	0,747	20,680	3,739	1,29	
$\hat{Ж}_7 = 72,359 + 5,281 \cdot x_3 - 0,003 \cdot x_9$	0,895	59,351	3,739	1,36	

Второй этап анализа посвящён оценке влияния солнечной активности на процессы естественного движения населения, т.к. периодически происходят события, которые глобальным образом воздействуют на Землю, околоземное пространство и магнитосферу Земли, вызывая геомагнитные возмущения.

Как известно, периодичность солнечной активности равна 11 годам. В качестве индексов солнечной активности используются числа Вольфа, характеризующие степень пятнообразования на Солнце, и магнитные бури с внезапными началами, указывающие на присутствие в магнитосфере Земли мощных геомагнитных возмущений, вызванных солнечной активностью [5].

На рисунке представлены результаты оценки корреляционной связи стандартизованных коэффициентов смертности по основным классам причин смерти населения Оренбургской области и числом Вольфа за 1996–2012 гг.

где $m_{1i}, ж_{1i}$ – коэффициенты смертности мужчин и женщин соответственно от всех причин;

$m_{2i}, ж_{2i}$ – коэффициенты смертности мужчин и женщин соответственно, класс I (коды А00–В99) – некоторые инфекционные и паразитарные болезни;

$m_{3i}, ж_{3i}$ – коэффициенты смертности мужчин и женщин соответственно, класс II (коды С00–D48) – новообразования;

$m_{4i}, ж_{4i}$ – коэффициенты смертности мужчин и женщин соответственно, класс IX (коды I00–I99) – болезни системы кровообращения;

$m_{5i}, ж_{5i}$ – коэффициенты смертности мужчин и женщин соответственно, класс X (коды J00–J99) – болезни органов дыхания;

$m_{6i}, ж_{6i}$ – коэффициенты смертности мужчин и женщин соответственно, класс XI (коды K00–K93) – болезни органов пищеварения;

$m_{7i}, ж_{7i}$ – коэффициенты смертности мужчин и женщин соответственно, класс XIX (коды

V01–Y98) – травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних факторов;

W_i – число Вольфа.

По данным рисунка наблюдается статистически значимая прямая связь солнечной активности и смертности, как мужчин, так и женщин, от новообразований, а также травм, отравлений и некоторых других последствий воздействия внешних факторов.

С запаздыванием один год солнечная активность имеет статистически значимую прямую связь со смертностью мужчин и женщин от всех причин, болезней системы кровообращения, травм, отравлений и некоторых других последствий воздействия внешних факторов, а также обратную связь со смертностью женщин от некоторых инфекционных и паразитарных болезней.

С лагом два года к выявленным связям на предыдущем лаге добавляется статистически значимая связь числа Вольфа со смертностью мужчин от болезней органов дыхания.

Наибольшее число статистически значимых связей с солнечной активностью выявлено на третьем лаге: к выявленным восьми на втором лаге добавилась смертность мужчин от некоторых инфекционных и паразитарных болезней.

С лагом четыре года солнечная активность оказывает статистически значимое влияние на смертность мужчин и женщин от всех причин и болезней системы кровообращения.

На пятом лаге выявлено влияние солнечной активности лишь на смертность женщин от болезней органов пищеварения. Оно сохранилось и на шестом лаге, дополнив прямую связь со смертностью мужчин от этой же причины и новообразований.

В результате проведённого исследования не выявлено влияния солнечной активности лишь на смертность женщин от болезней органов дыхания.

В нашем случае влияние солнечной активности на динамику чистых коэффициентов воспроизвод-

Переменная	p < 0,10000 N=17																	
	Среднее	Std.Dev.	m1	m2	m3	m4	m5	m6	m7	ж1	ж2	ж3	ж4	ж5	ж6	ж7	W	
m1	2020	144,6	1,000	-0,390	0,358	0,944	0,658	-0,146	0,912	0,966	-0,611	0,100	0,954	0,228	-0,130	0,905	0,329	
m2	40	8,7	-0,390	1,000	-0,787	-0,235	-0,853	0,871	-0,559	-0,513	0,862	-0,499	-0,545	-0,848	0,893	-0,626	-0,073	
m3	302	8,9	0,358	-0,787	1,000	0,152	0,674	-0,845	0,556	0,368	-0,708	0,489	0,375	0,521	-0,796	0,569	0,427	
m4	1035	74,0	0,944	-0,235	0,152	1,000	0,494	0,066	0,737	0,905	-0,401	-0,062	0,905	0,086	0,070	0,745	0,120	
m5	129	16,3	0,658	-0,853	0,674	0,494	1,000	-0,682	0,752	0,723	-0,916	0,236	0,741	0,823	-0,692	0,805	0,109	
m6	77	19,5	-0,146	0,871	-0,845	0,066	-0,682	1,000	-0,427	-0,266	0,796	-0,604	-0,285	-0,748	0,967	-0,496	-0,318	
m7	367	69,0	0,912	-0,559	0,556	0,737	0,752	-0,427	1,000	0,919	-0,801	0,337	0,898	0,395	-0,392	0,981	0,548	
ж1	976	67,8	0,966	-0,513	0,368	0,905	0,723	-0,266	0,919	1,000	-0,718	0,204	0,995	0,396	-0,252	0,935	0,283	
ж2	9	3,2	-0,611	0,862	-0,708	-0,401	-0,916	0,796	-0,801	-0,718	1,000	-0,408	-0,728	-0,812	0,772	-0,854	-0,316	
ж3	140	3,6	0,100	-0,499	0,489	-0,062	0,236	-0,604	0,337	0,204	-0,408	1,000	0,175	0,312	-0,653	0,351	0,547	
ж4	627	56,3	0,954	-0,545	0,375	0,905	0,741	-0,285	0,898	0,995	-0,728	0,175	1,000	0,422	-0,276	0,921	0,230	
ж5	30	5,1	0,228	-0,848	0,521	0,086	0,823	-0,748	0,395	0,396	-0,812	0,312	0,422	1,000	-0,775	0,472	-0,108	
ж6	40	10,7	-0,130	0,893	-0,796	0,070	-0,692	0,967	-0,392	-0,252	0,772	-0,653	-0,276	-0,775	1,000	-0,462	-0,280	
ж7	82	14,4	0,905	-0,626	0,569	0,745	0,805	-0,496	0,981	0,935	-0,854	0,351	0,921	0,472	-0,462	1,000	0,473	
W	47	44,7	0,329	-0,073	0,427	0,120	0,109	-0,318	0,548	0,283	-0,316	0,547	0,230	-0,108	-0,280	0,473	1,000	

Рис. – Матрица парных коэффициентов корреляции стандартизованных коэффициентов смертности по основным классам причин смерти населения Оренбургской области и числом Вольфа за 1996–2012 гг.

ства городского населения Оренбургской области не замечено. С другой стороны, проявляется обратная связь солнечной активности на втором и четвёртом лагах с чистым коэффициентом воспроизводства всего населения, а с чистым коэффициентом воспроизводства сельского населения со второго по четвёртый.

Как следует из вышеизложенного, на процессы естественного движения населения, в частности смертность мужчин и женщин от основных причин, а также рождаемость, оказывает различное влияние по направлению и силе множество факторов.

Литература

1. Атлас демографического развития России / под ред. академика РАН Г.В. Осипова и проф. С.В. Рязанцева. М.: Изд-во «Экономика», 2009. 186 с.
2. Рыбаковский Л.Л. Демографическое развитие России в XXI веке: монография / под ред. Л.Л. Рыбаковского. М.: Copyright, 2009. URL: <http://rybakovsky.ru/demografia1a.html> (дата обращения 07.11.2014).
3. Официальный сайт территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Оренбургской области. URL: <http://orenstat.gks.ru/> (дата обращения 09.11.2014).
4. Официальный сайт территориального органа Федеральной службы государственной статистики РФ. URL: <http://www.gks.ru/> (дата обращения 10.11.2014).
5. Число Вольфа, значение с 1800 по 2012 гг. // Биофайл. Научно-информационный журнал. URL: <http://biofile.ru/kosmos/4365.html> (дата обращения 04.11.2014).