

ЩЕ ИЗЧЕЗНЕ ЛИ БЪЛГАРСКАТА НАЦИЯ ПРЕЗ ХХІ ВЕК?

Доц. д-р Стефан Стефанов
катедра "Математика и статистика"
СА "Д. А. Ценов" - Свищов
(Продължение от брой 2/2003)

Резюме: В работата се разглеждат измененията на основните демографски показатели на българската нация при прехода ѝ към пазарна икономика и интегрирането ѝ към икономически развитите страни на Европа. Присъединяването ѝ се очаква да бъде процес на повишаване икономическото равнище и възприемане на нов модел за развитие на икономиката на страната, което ще доведе до подобряване на демографските ѝ показатели и ще спомогне за запазването и оцеляването ѝ през ХХІ век, въпреки изпитваните трудности понастоящем.

Прилага се регресионния статистически анализ за изглаждане по права линия (линейна функция) и по парабола (квадратна функция) на броя на населението, на коефициентите на раждаемост, смъртност и естествен прираст на населението на страната за периода 1992-1999 г. и отделно за периода 1992-2000 г. и използване при прогнозирането на тези показатели на онази от тях, която дава по-малка средна квадратична (стандартна) грешка. Направени са конкретни изводи на основата на ползваните реални данни, публикувани в специализираните издания на НСИ, и получените резултати от извършените прогнози чрез приложението на регресионния статистически анализ се сравняват с тези данни.

Ключови думи: флуктуация, популация, свободна пазарна икономика, демографски променливи, регресивен метод на статистически анализ

JEL класификация: C0, J10, J11, J17

Abstract: The present paper focuses on the fluctuations of the main demographic variables of the Bulgarian nation during its transition to a free-market economy and its integration with the developed European countries. This process of integration means to increase the economic level and to adopt a new model of development of the country's economy, which will result in better demographic variables and will help the country survive in the 21st century in spite of the difficulties it faces at present.

This study makes use of the regression method of statistical analysis for the leveling in a straight line (linear function) and in a parable (square function) of the population rate, birth rate, death rate, increase in the population of the country between 1992 and 1999 and between 1992 and 2000. To make the forecasts of these variables we use the one which shows a smaller mean quadratic error. We have come to particular conclusions based on reliable data, published in specialized newsletters of the National Institute of Statistics and on comparisons of the results of the forecasts that have been made applying the regression method of statistical analysis.

Keywords: fluctuation, population, free-market economy, demographic variables, regression method of statistical analysis

JEL: C0, J10, J11, J17

15. Прогнозиране изменението на коефициента на бракоразводност на населението до 2005 г.

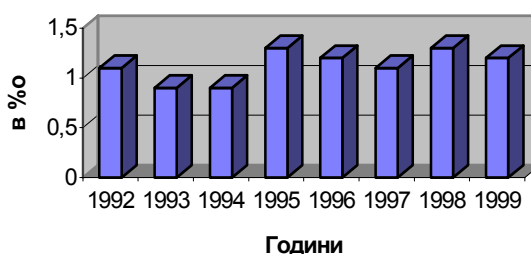
Изчисленията при приложението на регресионния анализ за изглаждане по *права линия* при изменение на коефициента на бракоразводност [КВ(t)] по данни от втория ред на табл. 64, са дадени в колона трета на табл. 65:

Таблица 64

Коефициенти на бракоразводност (КВ(t)) за периода 1992-1999г.

Показател / Год.	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Бракоразв.(в ‰)	1,1	0,9	0,9	1,3	1,2	1,1	1,3	1,2

Коефициент на бракоразводност
(за периода 1992-1999 г.)



Графика 18

Таблица 65

Реални и изгладени стойности за КВ(t) и сумарна грешка

Год.	t	КВ(t)	t.КВ(t)	КВ(t)*	КВ(t)*- КВ(t)	[КВ(t)*-КВ(t)] ²
1992	1	1,1	1,1	0,9917	-0,1083	0,0117288
1993	2	0,9	1,8	1,0298	-0,1298	0,0168480
1994	3	0,9	2,7	1,0679	0,1679	0,0281904
1995	4	1,3	5,2	1,1060	-0,1940	0,0376360
1996	5	1,2	6,0	1,1441	-0,0559	0,0031248
1997	6	1,1	6,6	1,1822	0,0822	0,0067568
1998	7	1,3	9,1	1,2203	-0,0797	0,0063520
1999	8	1,2	9,6	1,2584	-0,0584	0,0034105
Общо	36	9,0	42,1	9,0024	0,0000	0,1140470

Нормалната система уравнения от (1), чиито коефициенти са елементите на втора, трета и четвърта колони от последния ред на табл. 65, има вида:

$$\begin{cases} 36.a + 8.b = 9,0 \\ 204.a + 36.b = 42,1 \end{cases}$$

решенията на която са $a=0,0381$, $b=0,9536$. Тогава линейната функция, използвана за изглаждане на стойностите на коефициента на бракоразводност на населението, е $y=0,0381.t+0,9536$. При заместване в получената линейна (от

първа степен) функция на t със значенията 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 и 8, се получават изгладените чрез нея стойности:

$$\begin{aligned} y(1) &= KB(1)_{1992} = 0,0381.1 + 0,9536 = 0,9917 \quad (\approx 1,0\%_0); \\ y(2) &= KB(2)_{1993} = 0,0381.2 + 0,9536 = 1,0298 \quad (\approx 1,0\%_0); \\ y(3) &= KB(3)_{1994} = 0,0381.3 + 0,9536 = 1,0679 \quad (\approx 1,1\%_0); \\ y(4) &= KB(4)_{1995} = 0,0381.4 + 0,9536 = 1,1060 \quad (\approx 1,1\%_0); \\ y(5) &= KB(5)_{1996} = 0,0381.5 + 0,9536 = 1,1441 \quad (\approx 1,1\%_0); \\ y(6) &= KB(6)_{1997} = 0,0381.6 + 0,9536 = 1,1822 \quad (\approx 1,2\%_0); \\ y(7) &= KB(7)_{1998} = 0,0381.7 + 0,9536 = 1,2203 \quad (\approx 1,2\%_0); \\ y(8) &= KB(8)_{1999} = 0,0381.8 + 0,9536 = 1,2584 \quad (\approx 1,3\%_0); \end{aligned}$$

Същите са представени в колона пета на табл. 65. В колона шеста са дадени изчислените отклонения на реалните от изгладените чрез линейната функция стойности, а в колона седма са вторите степени на тези отклонения. Сумарната грешка от вторите степени на отклоненията е $u=0,114047$, получена в последния ред на колона седма. Средната квадратична (стандартна) грешка (s)

се получава по формулата $s = \sqrt{\frac{u}{n}}$, където u е сумата от вторите степени на отклоненията, а n е броя годините от периода на изследване показателите за населението. Тогава за стандартната грешка при линейно изглаждане се получава

$$s = \sqrt{\frac{u}{n}} = \sqrt{\frac{0,114047}{8}} = 0,119398.$$

Изчисленията при приложението на регресионния анализ за изглаждане по крива линия от втора степен (квадратна функция) при изменение на коефициента на бракоразводност $[KB(t)]$ по данни от втория ред на табл. 64, са дадени в табл. 66:

Таблица 66

Реални и изгладени стойности а $KB(t)$ и сумарна грешка

Год.	t	KB(t)	t ²	t.KB(t)	KB(t)*	KB(t)*-KB(t)	[KB(t)*-KB(t)] ²
1992	1	1,1	1	1,1	0,9833	-0,1167	0,0136188
1993	2	0,9	4	1,8	1,0285	0,1285	0,0165122
1994	3	0,9	9	2,7	1,0713	-0,6965	0,4851122
1995	4	1,3	16	5,2	1,1117	-0,1883	0,0354568
1996	5	1,2	25	6,0	1,1497	-0,0503	0,0025300
1997	6	1,1	36	6,6	1,1853	0,0853	0,0072760
1998	7	1,3	49	9,1	1,2185	-0,0815	0,0066422
1999	8	1,2	64	9,6	1,2493	0,0493	0,0024304
Общо	36	9,0	204	42,1	9,0136	0,0000	0,1138103

Нормалната система уравнения, чиито коефициенти са елементи на втора, трета и четвърта колона от последния ред на табл. 66, има вида:

$$\begin{cases} 204.a + 36.b + 8.c = 9,0 \\ 1296.a + 204.b + 36.c = 42,1 \\ 8772.a + 1296.b + 204.c = 243,7 \end{cases}$$

решенията на която са $a=-0,0012$, $b=0,0488$ и $c=0,9357$. Тогава квадратната функция, използвана за изглаждане на стойностите на коефициента на бракоразводност на населението, е

$$y=-0,0012.t^2+0,0488.t+0,9357.$$

При заместване в намерената функция на t със значенията 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 и 8, се получават изгладените стойности:

$$\begin{aligned} y(1) &= KB(1)_{1992} = -0,0012.1^2 + 0,0488.1 + 0,9357 = 0,9833 \quad (\approx 1,0\%); \\ y(2) &= KB(2)_{1993} = -0,0012.2^2 + 0,0488.2 + 0,9357 = 1,0285 \quad (\approx 1,0\%); \\ y(3) &= KB(3)_{1994} = -0,0012.3^2 + 0,0488.3 + 0,9357 = 1,0713 \quad (\approx 1,1\%); \\ y(4) &= KB(4)_{1995} = -0,0012.4^2 + 0,0488.4 + 0,9357 = 1,1117 \quad (\approx 1,1\%); \\ y(5) &= KB(5)_{1996} = -0,0012.5^2 + 0,0488.5 + 0,9357 = 1,1497 \quad (\approx 1,1\%); \\ y(6) &= KB(6)_{1997} = -0,0012.6^2 + 0,0488.6 + 0,9357 = 1,1853 \quad (\approx 1,2\%); \\ y(7) &= KB(7)_{1998} = -0,0012.7^2 + 0,0488.7 + 0,9357 = 1,2185 \quad (\approx 1,2\%); \\ y(8) &= KB(8)_{1999} = -0,0012.8^2 + 0,0488.8 + 0,9357 = 1,2493 \quad (\approx 1,2\%). \end{aligned}$$

Същите са представени в колона шеста на табл. 66. В колона седма са дадени изчислените отклонения на реалните от изгладените чрез линейната функция стойности, а в колона осма са вторите степени на тези отклонения. Сумарната грешка от вторите степени на отклоненията $u=0,1138103$, е получена в последния ред на колона осма. Средната квадратична (стандартна) грешка (s), получена по показаната формула (3), е равна на

$$s = \sqrt{\frac{u}{n}} = \sqrt{\frac{0,1138103}{8}} = 0,119274.$$

След сравняване на двете стандартни грешки ($0,119398 > 0,119274$) се установява, че по-малка е тази при изглаждане по квадратна функция.

Това показва, че изгладените посредством нея стойности са по-близки до реалните стойности за коефициентите на бракоразводност на населението и следователно е удачно да се използва същата за прогнозиране бракоразводността на населението за следващите например шест години. За целта заместваем в квадратната функция t със значенията 9, 10, 11, 12, 13 и 14 за да намерим прогнозните резултати за всяка от годините от 2000 до 2005 г. Данните за 2000 и 2001 г. не са публикувани до настоящия момент и затова включваме тези години към годините, за които ще се прави прогноза:

$$\begin{aligned} y(9) &= KB(9)_{2000} = -0,0012.9^2 + 0,0488.9 + 0,9357 = 1,2777 \quad (\approx 1,3\%); \\ y(10) &= KB(10)_{2001} = -0,0012.10^2 + 0,0488.10 + 0,9357 = 1,3037 \quad (\approx 1,3\%); \\ y(11) &= KB(11)_{2002} = -0,0012.11^2 + 0,0488.11 + 0,9357 = 1,3273 \quad (\approx 1,3\%); \\ y(12) &= KB(12)_{2003} = -0,0012.12^2 + 0,0488.12 + 0,9357 = 1,3484 \quad (\approx 1,3\%); \\ y(13) &= KB(13)_{2004} = -0,0012.13^2 + 0,0488.13 + 0,9357 = 1,3673 \quad (\approx 1,4\%); \\ y(14) &= KB(14)_{2005} = -0,0012.14^2 + 0,0488.14 + 0,9357 = 1,3837 \quad (\approx 1,4\%); \end{aligned}$$

Получената прогнозна стойност за броя на населението за 1999 г. е 1,2493‰, а публикуваната е 1,2‰, което показва не съществено отклонение от 0,0493‰ и следователно получената квадратна функция може да се използва за прогнозна дейност. **Прогнозните резултати показват тенденция на слабо нарастване на коефициентите на бракоразводност на населението за всяка от тези години, което е един негативен резултат, тъй като се пораждат проблеми с отглеждането и възпитанието на децата от такива разпаднали се семейства.**

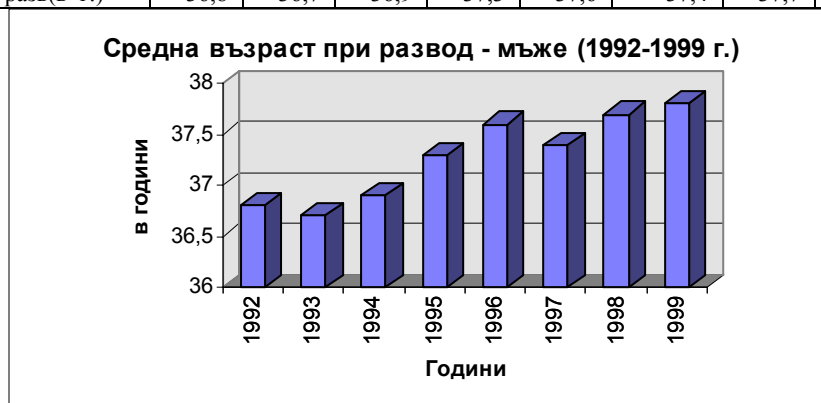
16. Прогнозиране изменението на средната възраст при развод - мъже (до 2005 г.)

Изчисленията при приложението на регресионния статистически анализ за изглаждане по права линия при изменение средната възраст при развод (мъже), означена по-нататък с $[VR(t)]$, по данни от втория ред на табл. 67, са дадени в колона трета на табл. 68:

Таблица 67

Средна възраст при развод - мъже (за 1992-1999г.)

Показател / Год.	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Средна възр. разв(в г.)	36,8	36,7	36,9	37,3	37,6	37,4	37,7	37,8



Графика 19

Таблица 68

Реални и изгладени стойности за $VR(t)$ и сумарна грешка

Год.	t	VB(t)	t.VB(t)	VB(t)*	VB(t)*-VB(t)	$[VB(t)*-VB(t)]^2$
1992	1	36,8	26,2	36,7000	-0,1000	0,0100000
1993	2	36,7	73,4	36,8217	0,1217	0,0148108
1994	3	36,9	110,7	37,0286	0,1286	0,0165379
1995	4	37,3	149,2	37,1929	-0,1071	0,0114704
1996	5	37,6	188,0	37,3572	-0,2428	0,0589518
1997	6	37,4	224,4	37,5215	0,1215	0,0147622
1998	7	37,7	263,9	37,6858	-0,0142	0,0002016
1999	8	37,8	302,4	37,8501	0,0501	0,0025100
Общо	36	298,2	1338,2	298,2048	0,0002	0,1414297

Нормалната система уравнения от (1), чиито коефициенти са елементите на втора, трета и четвърта колони от последния ред на табл. 68, има вида:

$$\begin{cases} 36.a + 8.b = 298,2 \\ 204.a + 36.b = 1338,2 \end{cases}$$

решенията на която са $a=0,1643$, $b=36,5357$.

Тогава линейната функция, използвана за изглаждане стойностите на средната възраст при развод (мъже), е $y=0,1643.t+36,5357$. При заместване в получената линейна (от първа степен) функция на t със значенията 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 и 8, се получават изгладените чрез нея стойности:

$$\begin{aligned} y(1) &= VR(1)_{1992} = 0,1643.1 + 36,5357 = 36,7000 \quad (\approx 36,7 \text{ г.}); \\ y(2) &= VR(2)_{1993} = 0,1643.2 + 36,5357 = 36,8217 \quad (\approx 36,8 \text{ г.}); \\ y(3) &= VR(3)_{1994} = 0,1643.3 + 36,5357 = 37,0286 \quad (\approx 37,0 \text{ г.}); \\ y(4) &= VR(4)_{1995} = 0,1643.4 + 36,5357 = 37,1929 \quad (\approx 37,2 \text{ г.}); \\ y(5) &= VR(5)_{1996} = 0,1643.5 + 36,5357 = 37,3572 \quad (\approx 37,4 \text{ г.}); \\ y(6) &= VR(6)_{1997} = 0,1643.6 + 36,5357 = 37,5215 \quad (\approx 37,5 \text{ г.}); \\ y(7) &= VR(7)_{1998} = 0,1643.7 + 36,5357 = 37,6858 \quad (\approx 37,7 \text{ г.}); \\ y(8) &= VR(8)_{1999} = 0,1643.8 + 36,5357 = 37,8501 \quad (\approx 37,9 \text{ г.}); \end{aligned}$$

Същите са представени в колона пета на табл. 68. В колона шеста са дадени изчислените отклонения на реалните от изгладените чрез линейната функция стойности, а в колона седма са вторите степени на тези отклонения. Сумарната грешка от вторите степени на отклоненията е $u=0,141429$, получена в последния ред на колона седма. Средната квадратична (стандартна) грешка (s) се определя по формула (3). Тогава стандартната грешка при линейно изглаждане е

$$s = \sqrt{\frac{u}{n}} = \sqrt{\frac{0,141429}{8}} = 0,132961.$$

Изчисленията при приложението на регресионния анализ за изглаждане по крива линия от втора степен (квадратна функция) при изменение на средната възраст при развод (мъже) $[VR(t)]$ по данни от втория ред на табл. 67, са дадени в колона трета на табл. 69:

Таблица 69

Реални и изгладени стойности на $VR(t)$ и сумарна грешка

Год.	t	VB(t)	t ²	t.VB(t)	VB(t)*	VB(t)*- VB(t)	[VB(t)*- VB(t)] ²
1992	1	36,8	1	26,2	36,6666	-0,1334	0,0177955
1993	2	36,7	4	73,4	36,8785	0,1785	0,0318622
1994	3	36,9	9	110,7	37,0424	0,1424	0,0202777
1995	4	37,3	16	149,2	37,2159	-0,0841	0,0070728
1996	5	37,6	25	188,0	37,3798	-0,2202	0,0484880
1997	6	37,4	36	224,4	37,5341	0,1341	0,0179828
1998	7	37,7	49	263,9	37,6788	-0,0212	0,0004494
1999	8	37,8	64	302,4	37,8139	0,0139	0,0001932
Общо	36	298,2	204	1338,2	298,2000	0,0034	0,1376193

Нормалната система уравнения, чиито коефициенти са елементи на втора, трета и четвърта колона от последния ред на табл. 69, има вида:

$$\begin{cases} 204.a + 36.b + 8.c = 298,2 \\ 1296.a + 204.b + 36.c = 1338,2 \\ 8772.a + 1296.b + 204.c = 7665,4 \end{cases}$$

решенията на която са $a=-0,0048$, $b=0,2071$ и $c=36,4643$. Тогава квадратната функция, използвана за изглаждане на стойностите на средната възраст на населението, е $y=-0,0048.t^2+0,2071.t+36,4643$.

При заместване в намерената функция на t със значенията 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 и 8, се получават изгладените стойности:

$$\begin{aligned} y(1) &= VR(1)_{1992} = -0,0048.1^2 + 0,2071.1 + 36,4643 = 36,6666 \quad (\approx 36,7 \text{ г.}); \\ y(2) &= VR(1)_{1993} = -0,0048.2^2 + 0,2071.2 + 36,4643 = 36,8785 \quad (\approx 36,9 \text{ г.}); \\ y(3) &= VR(1)_{1994} = -0,0048.3^2 + 0,2071.3 + 36,4643 = 37,0424 \quad (\approx 37,0 \text{ г.}); \\ y(4) &= VR(1)_{1995} = -0,0048.4^2 + 0,2071.4 + 36,4643 = 37,2159 \quad (\approx 37,2 \text{ г.}); \\ y(5) &= VR(1)_{1996} = -0,0048.5^2 + 0,2071.5 + 36,4643 = 37,3798 \quad (\approx 37,4 \text{ г.}); \\ y(6) &= VR(1)_{1997} = -0,0048.6^2 + 0,2071.6 + 36,4643 = 37,5341 \quad (\approx 37,5 \text{ г.}); \\ y(7) &= VR(1)_{1998} = -0,0048.7^2 + 0,2071.7 + 36,4643 = 37,6788 \quad (\approx 37,7 \text{ г.}); \\ y(8) &= VR(1)_{1999} = -0,0048.8^2 + 0,2071.8 + 36,4643 = 37,8139 \quad (\approx 37,8 \text{ г.}). \end{aligned}$$

Същите са представени в колона шеста на табл. 69. В колона седма са дадени изчислените отклонения на реалните от изгладените чрез линейната функция стойности, а в колона осма са вторите степени на тези отклонения. Сумарната грешка от вторите степени на отклоненията $u=0,1376193$, е получена в последния ред на колона осма. Средната квадратична (стандартна) грешка (s), получена по показаната формула (3), е равна на

$$s = \sqrt{\frac{u}{n}} = \sqrt{\frac{0,1376193}{8}} = 0,131158.$$

След сравняване на двете стандартни грешки ($0,132961 > 0,131158$) се установява, че по-малка е тази при изглаждане по квадратна функция. Това показва, че изгладените посредством нея стойности са по-близки до реалните стойности за средната възраст при развод (мъже). Следователно е удачно да се използва същата за прогнозиране на средната възраст при развод (мъже) за следващите например шест години. За целта заместваме в квадратната функция t със значенията 9, 10, 11, 12, 13 и 14 за да намерим прогнозните резултати за всяка от годините от 2000 до 2005 г. Данните за 2000 и 2001 г. не са публикувани до настоящия момент и затова ги включваме към годините, за които ще се прави прогноза:

$$\begin{aligned} y(9) &= VR(9)_{2000} = -0,0048.9^2 + 0,2071.9 + 36,4643 = 37,9394 \quad (\approx 37,9 \text{ г.}); \\ y(10) &= VR(10)_{2001} = -0,0048.10^2 + 0,2071.10 + 36,4643 = 38,0553 \quad (\approx 38,1 \text{ г.}); \\ y(11) &= VR(11)_{2002} = -0,0048.11^2 + 0,2071.11 + 36,4643 = 38,1616 \quad (\approx 38,2 \text{ г.}); \\ y(12) &= VR(12)_{2003} = -0,0048.12^2 + 0,2071.12 + 36,4643 = 38,2583 \quad (\approx 38,3 \text{ г.}); \\ y(13) &= VR(13)_{2004} = -0,0048.13^2 + 0,2071.13 + 36,4643 = 38,3454 \quad (\approx 38,3 \text{ г.}); \\ y(14) &= VR(14)_{2005} = -0,0048.14^2 + 0,2071.14 + 36,4643 = 38,4229 \quad (\approx 38,4 \text{ г.}). \end{aligned}$$

Получената прогнозна стойност за средната възраст при развод (мъже) за 1999 г. е 37,8139 г. и реалната е 37,8 г., което показва несъществено отклонение от 0,0139 г. и следователно получената квадратна функция може да се използва за прогнозна дейност. **Прогнозните резултати показват тенденция на непрекъснато макар и бавно нарастване на средната възраст при развод (мъже) за всяка от годините на периода след 2000-2005 г. Този резултат е един неблагоприятен момент, но като се съобрази и доказаното нарастване на коефициента на бракоразводност и на средната възраст при сключване на брак (мъже), води до ситуации, при които се създават проблеми при отглеждането и възпитанието на децата в такива разпаднали се семейства.**