

## ЩЕ ИЗЧЕЗНЕ ЛИ БЪЛГАРСКАТА НАЦИЯ ПРЕЗ ХХІ ВЕК?

гл. ас. д-р Стефан Стефанов  
катедра "Математика и статистика"  
СА "Д. А. Ценов" - Свищов  
(Продължение от брой 4/2002)

**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

Развитието на населението на страната в перспектива буди сериозно безпокойство от гледна точка на наблюдаваните през последното десетилетие резки демографски промени. Това изключително повиши интереса на изследователите към демографските проблеми.

Прогнозирането на населението има за цел да оцени броя и състава на населението по различни признаци в някакъв бъдещ момент въз основа на приети хипотези. В тази връзка се правят оценки за развитието в перспектива на брачността, бракоразводимостта и др.

В части първа и втора се опитахме да направим краткосрочна прогноза (до 2005 г.) за възможните тенденции на изменение броя на населението, раждаемостта, смъртността, естествения прираст, общата плодовитост, а в настоящата трета част на работата се прави такава прогноза за изменението за същия период на: извънбрачно родените деца (в три варианта), средната възраст при сключване на брак (отделно за мъже и жени), средната възраст при развод (отделно за мъже и жени) и бракоразводимостта.

### **13. Прогнозиране изменението на коефициента, относителния дял и броя на извънбрачно родените деца в страната до 2005г.**

Съществен проблем през последните години е изследването на извънбрачните раждания, поради съществуването на свободни съюзи, т.е. двойки, които живеят съвместно, раждат и отглеждат деца без да са регистрирали граждански брак, които по същество не са извънбрачни деца. Тъй като майката и бащата нямат регистриран граждански брак, при раждането им тези деца са регистрирани като извънбрачни. Те растат в нормална семейна атмосфера.

Ще се отбележи, че в Инструкцията за попълване на преброителните карти при преброяването на населението, жилищния фонд и земеделските стопанства към 1 март 2001 година понятието семейство се дефинира като "... две или повече лица, които са свързани по между си с определена степен на родство както по кръвна линия, така и в резултат на брак/брачно съжителство или осиновяване"<sup>1</sup>. Понятието "брачно съжителство" не е дефинирано и само може да се предполага, че става въпрос именно за такива свободни съюзи.

Все по-голямо значение придобива информацията за тях, тъй като извънбрачните раждания в истинския смисъл, т.е. такива при които децата не растат в подобни "семейства" (брачно съжителство), са по-голям проблем. Съществено различни са проблемите при едните и при другите извънбрачни деца. Тези процеси трябва да се изследват за да се решат от законодателната и изпълнителната власт при създаване на адекватна и ефективна социална политика. Обществото винаги е реагирало с определена тревожност на този проблем, рефлектирал отрицателно в общественото мнение. Данните от табл. 49 показват тенденция на неблагоприятно бързо и систематично нарастване на извънбрачните раждания за посочения период от 18,5‰ през 1992 г. до 35,1‰ през 1999 г. Докато извънбрачно дете през осемдесетте години на миналия век е било всяко десето дете, в края му и първите години на този век всяко трето дете е извънбрачно.

<sup>1</sup> И н с т р у к ц и я за попълване на преброителните карти. Преброяване на населението, жилищния фонд и земеделските стопанства към 1 март 2001 г. Централна комисия по преброяването, НСИ, София, 2001, с. 35.

Затова ще направим прогнозата за извънбрачните раждания в три варианта:

- 1) по данни през интервал от една година за коефициента на извънбрачна раждаемост (в промили);
- 2) по данни през интервал от пет години за относителния дял на живородените извън брак деца (в проценти);
- 3) по данни през интервал от пет години за броя на извънбрачно родените деца.

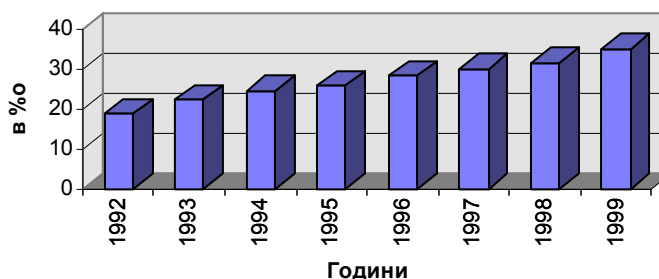
1) **Първи вариант:** по данни през интервал от една година (в промили): Изчисленията при приложението на регресионния анализ за изглаждане по *права линия* при изменение на коефициента на извънбрачна раждаемост [IB(t)] по данни от втория ред на табл. 49, са дадени в колона трета на табл. 50:

**Таблица 49**

**Извънбрачни раждания (IB) в България за периода 1992-1999 г.**

Показател / Год.	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Извънбрач.(в ‰)	18,6	22,2	24,5	25,7	28,2	30,1	31,5	35,1

**Извънбрачни раждания в България за периода 1992-1999 г.**



Графика 13

**Таблица 50**

**Реални и изгладени стойности за IB(t) и сумарна грешка**

Год.	t	IB(t)	t.IB(t)	IB(t)*	IB(t)*- IB(t)	[IB(t)*- IB(t)] <sup>2</sup>
1992	1	18,5	18,5	19,3917	0,8917	0,7951288
1993	2	22,2	44,4	21,5584	-0,6416	0,4116505
1994	3	24,5	73,5	23,7251	-0,7749	0,6004700
1995	4	25,7	102,8	25,8918	0,1918	0,0367872
1996	5	28,2	141,0	28,0585	-0,1415	0,0200222
1997	6	30,1	180,6	30,2252	0,1252	0,0156750
1998	7	31,5	220,5	32,3919	0,8919	0,7954856
1999	8	35,1	280,8	34,5586	-0,5414	0,2931139
Общо	36	215,8	1062,1	1062,1022	0,0000	2,9683343

Нормалната система уравнения от (1), чиито коефициенти са елементите на втора, трета и четвърта колони от последния ред на табл. 50, има вида:

$$\begin{cases} 36.a + 8.b = 215,8 \\ 204.a + 36.b = 1062,1 \end{cases}$$

решенията на която са  $a=2,1667$ ,  $b=17,225$ . Тогава линейната функция, използвана за изглаждане на стойностите на коефициента на извънбрачна раждаемост на населението, е  $y=2,1667.t+17,225$ . 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:

$$\begin{aligned} y(1) &= IB(t)_{1992} = 2,1667.1 + 17,225 = 19,3917 \quad (\approx 19,4\%_0); \\ y(2) &= IB(t)_{1993} = 2,1667.2 + 17,225 = 21,5584 \quad (\approx 21,6\%_0); \\ y(3) &= IB(t)_{1994} = 2,1667.3 + 17,225 = 23,7251 \quad (\approx 23,7\%_0); \\ y(4) &= IB(t)_{1995} = 2,1667.4 + 17,225 = 25,8918 \quad (\approx 25,9\%_0); \\ y(5) &= IB(t)_{1996} = 2,1667.5 + 17,225 = 28,0585 \quad (\approx 28,1\%_0); \\ y(6) &= IB(t)_{1997} = 2,1667.6 + 17,225 = 30,2252 \quad (\approx 30,2\%_0); \\ y(7) &= IB(t)_{1998} = 2,1667.7 + 17,225 = 32,3919 \quad (\approx 32,4\%_0); \\ y(8) &= IB(t)_{1999} = 2,1667.8 + 17,225 = 34,5586 \quad (\approx 34,6\%_0). \end{aligned}$$

Същите са представени в колона пета на табл. 50. 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  $u=2,9683343$ , 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

$$s = \sqrt{\frac{u}{n}} = \sqrt{\frac{2,9683343}{8}} = 0,609132.$$

Изчисленията при приложението на регресионния анализ за изглаждане по *крива линия от втора степен (квадратна функция)* при изменение на коефициента на извънбрачна раждаемост на населението  $[IB(t)]$  по данни от втория ред на табл. 49, са дадени в табл. 51:

**Таблица 51**

**Реални и изгладени стойности а  $IB(t)$  и сумарна грешка**

Год.	t	IB(t)	t <sup>2</sup>	t.IB(t)	IB(t)*	IB(t)*-IB(t)	[IB(t)*-IB(t)] <sup>2</sup>
1992	1	18,5	1	18,5	19,2083	0,7083	0,5016888
1993	2	22,2	4	44,4	21,4921	-0,7079	0,5011224
1994	3	24,5	9	73,5	23,8035	-0,6965	0,4851122
1995	4	25,7	16	102,8	26,0225	0,3225	0,1040062
1996	5	28,2	25	141,0	28,1891	-0,0109	0,0001188
1997	6	30,1	36	180,6	30,2833	0,1833	0,0335988
1998	7	31,5	49	220,5	32,3651	0,8651	0,7483980
1999	8	35,1	64	280,8	34,3745	-0,7255	0,5263502
Общо	36	215,8	204	1062,1	1062,1084	0,0000	2,8530967

Нормалната система уравнения, чиито коефициенти са елементи на втора, трета и четвърта колона от последния ред на табл. 51, има вида:

$$\begin{cases} 204.a + 36.b + 8.c = 215,8 \\ 1296.a + 204.b + 36.c = 1062,1 \\ 8772.a + 1296.b + 204.c = 6317,5 \end{cases}$$

решенията на която са  $a=-0,0262$ ,  $b=2,4024$  и  $c=16,8321$ . Тогава квадратната функция, използвана за изглаждане на стойностите на броя на населението, е  $y=-0,0262.t^2+2,4024.t+16,8321$ .

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

$$\begin{aligned} y(1) &= IB(1)_{1992} = -0,0262.1^2 + 2,4024.1 + 16,8321 = 19,2083 \quad (\approx 19,2\%); \\ y(2) &= IB(2)_{1993} = -0,0262.2^2 + 2,4024.2 + 16,8321 = 21,4921 \quad (\approx 21,5\%); \\ y(3) &= IB(3)_{1994} = -0,0262.3^2 + 2,4024.3 + 16,8321 = 23,8035 \quad (\approx 23,8\%); \\ y(4) &= IB(4)_{1995} = -0,0262.4^2 + 2,4024.4 + 16,8321 = 26,0225 \quad (\approx 26,0\%); \\ y(5) &= IB(5)_{1996} = -0,0262.5^2 + 2,4024.5 + 16,8321 = 28,1891 \quad (\approx 28,2\%); \\ y(6) &= IB(6)_{1997} = -0,0262.6^2 + 2,4024.6 + 16,8321 = 30,2833 \quad (\approx 30,3\%); \\ y(7) &= IB(7)_{1998} = -0,0262.7^2 + 2,4024.7 + 16,8321 = 32,3651 \quad (\approx 32,4\%); \\ y(8) &= IB(8)_{1999} = -0,0262.8^2 + 2,4024.8 + 16,8321 = 34,3745 \quad (\approx 34,4\%); \end{aligned}$$

Същите са представени в колона шеста на табл. 51. 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  $u=2,8530967$ , е получена в последния ред на колона осма. Средната квадратична (стандартна) грешка ( $s$ ), получена по показаната формула (3), е равна на

$$s = \sqrt{\frac{u}{n}} = \sqrt{\frac{2,8530967}{8}} = 0,597191.$$

След сравняване на двете стандартни грешки ( $0,609132 > 0,597191$ ) 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 извънбрачни раждания на населението и следователно е удачно да се използва същата за прогнозиране броя на населението 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 включваме тези години към годините, за които ще се прави прогноза:

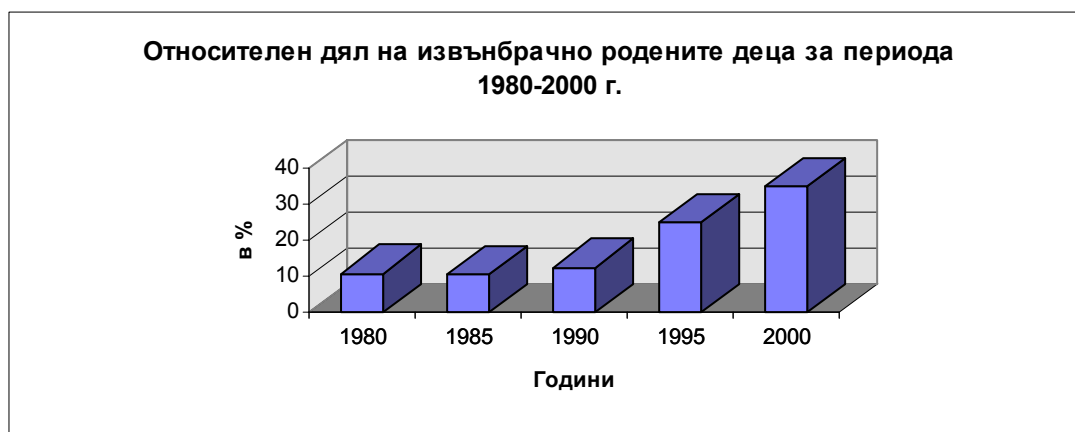
$$\begin{aligned} y(9) &= IB(9)_{2000} = -0,0262.9^2 + 2,4024.9 + 16,8321 = 36,3315 \quad (\approx 36,3\%); \\ y(10) &= IB(10)_{2001} = -0,0262.10^2 + 2,4024.10 + 16,8321 = 38,2361 \quad (\approx 38,2\%); \\ y(11) &= IB(11)_{2002} = -0,0262.11^2 + 2,4024.11 + 16,8321 = 40,0883 \quad (\approx 40,1\%); \\ y(12) &= IB(12)_{2003} = -0,0262.12^2 + 2,4024.12 + 16,8321 = 41,8881 \quad (\approx 41,9\%); \\ y(13) &= IB(13)_{2004} = -0,0262.13^2 + 2,4024.13 + 16,8321 = 43,6355 \quad (\approx 43,6\%); \\ y(14) &= IB(14)_{2005} = -0,0262.14^2 + 2,4024.14 + 16,8321 = 45,3309 \quad (\approx 45,3\%). \end{aligned}$$

Получената прогнозна стойност за броя на населението за 1999 г. е 34,3745‰, а публикуваната е 35,1‰, което показва не голямо отклонение от 0,7255‰ и следователно получената квадратна функция може да се използва за прогнозна дейност. **Прогнозните резултати показват тенденция на нарастване на коефициентите на извънбрачна раждаемост на населението за всяка от тези години, което е един негативен резултат, тъй като се пораждат проблеми с отглеждането и възпитанието на тези деца извън семейството.**

2) **втори вариант:** по данни през интервал от пет години за относителния дял на живородените извън брак деца (в проценти). Изчисленията при приложението на регресионния анализ за изглаждане по *права линия* при изменение на относителния дял на извънбрачно родените деца [IB(t)] по данни от втория ред на табл. 52, са дадени в колона трета на табл. 53:

**Таблица 52**  
**Относителен дял на извънбрачно родени деца (IB) за периода 1980-2000 г.**

Показател / Год.	1980	1985	1990	1995	2000
Извънбрач. раждени д. (в %)	10,65	10,50	12,40	25,0	35,1



Графика 14

**Таблица 53**  
**Реални и изгладени стойности за IB(t) и сумарна грешка**

Год.	t	IB(t)	t.IB(t)	IB(t)*	IB(t)*- IB(t)	[IB(t)*- IB(t)] <sup>2</sup>
1980	1	10,65	10,65	6,77	-3,88	15,0544
1985	2	10,50	21,00	12,39	1,89	3,5721
1990	3	12,40	37,20	18,01	5,61	31,4721
1995	4	25,00	100,00	23,63	-1,37	1,8769
2000	5	31,50	157,50	29,25	-2,25	5,0625
Общо	15	90,05	326,35	90,10	0,00	91,2608

Нормалната система уравнения от (1), чиито коефициенти са елементите на втора, трета и четвърта колони от последния ред на табл. 55, има вида:

$$\begin{cases} 15.a + 5.b = 90,1 \\ 55.a + 15.b = 326,4 \end{cases}$$

решенията на която са  $a=5,62$ ,  $b=1,15$ . Тогава линейната функция, използвана за изглаждане на стойностите на коефициента на извънбрачна раждаемост на населението, е  $y=5,62.t+1,15$ . 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:

$$\begin{aligned} y(1) &= IB(t)_{1980} = 5,62 \cdot 1 + 1,15 = 6,77\%; \\ y(2) &= IB(t)_{1985} = 5,62 \cdot 2 + 1,15 = 12,39\%; \\ y(3) &= IB(t)_{1990} = 5,62 \cdot 3 + 1,15 = 18,01\%; \\ y(4) &= IB(t)_{1995} = 5,62 \cdot 4 + 1,15 = 23,63\%; \\ y(5) &= IB(t)_{2000} = 5,62 \cdot 5 + 1,15 = 29,25\%. \end{aligned}$$

Същите са представени в колона пета на табл. 53. 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  $u=91,260806$ , 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 по (3) се

$$\text{получава} \quad s = \sqrt{\frac{u}{n}} = \sqrt{\frac{91,260806}{8}} = 3,377514.$$

Изчисленията при приложението на регресионния анализ за изглаждане по *крива линия от втора степен (квадратна функция)* при изменение на относителния дял на извънбрачно родените деца  $[IB(t)]$  по данни от втория ред на табл. 51, са дадени в табл. 54:

**Таблица 54**

**Реални и изгладени стойности а  $IB(t)$  и сумарна грешка**

Год.	t	IB(t)	t <sup>2</sup>	t·IB(t)	IB(t)*	IB(t)*-IB(t)	[IB(t)*-IB(t)] <sup>2</sup>
1980	1	10,65	1	10,65	10,1986	-0,4514	0,2003762
1985	2	10,50	4	21,00	10,6758	0,1758	0,0309056
1990	3	12,40	9	37,20	14,5816	2,1816	4,7593786
1995	4	25,00	16	100,00	21,9160	-3,0840	9,5110560
2000	5	31,50	25	157,50	32,6790	1,1790	1,3900410
Общо	36	90,05	204	326,35	90,0510	0,0000	25,4322278

Нормалната система уравнения, чиито коефициенти са елементи на втора, трета и четвърта колона от последния ред на табл. 54, има вида:

$$\begin{cases} 55.a + 15.b + 5.c = 90,1 \\ 225.a + 55.b + 15.c = 326,4 \\ 979.a + 225.b + 55.c = 1351,7 \end{cases}$$

решенията на която са  $a=1,7143$ ,  $b=-4,6557$  и  $c=13,15$ . Тогава квадратната функция, използвана за изглаждане на стойностите на броя на населението, е  $y=1,7143.t^2-4,6557.t+13,15$ .

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

$$\begin{aligned} y(1) &= IB(1)_{1980} = 1,7143.1^2 - 4,6557.1 + 13,15 = 10,1986 \quad (\approx 10,2\%); \\ y(2) &= IB(2)_{1985} = 1,7143.2^2 - 4,6557.2 + 13,15 = 10,6758 \quad (\approx 10,7\%); \\ y(3) &= IB(3)_{1990} = 1,7143.3^2 - 4,6557.3 + 13,15 = 14,5816 \quad (\approx 14,6\%); \\ y(4) &= IB(4)_{1995} = 1,7143.4^2 - 4,6557.4 + 13,15 = 21,9160 \quad (\approx 21,9\%); \\ y(5) &= IB(5)_{2000} = 1,7143.5^2 - 4,6557.5 + 13,15 = 32,6790 \quad (\approx 32,7\%); \end{aligned}$$

Същите са представени в колона шеста на табл. 54. 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  $u=25,432227$ , е получена в последния ред на колона осма. Средната квадратична (стандартна) грешка ( $s$ ), получена по показаната формула (3), е равна на

$$s = \sqrt{\frac{u}{n}} = \sqrt{\frac{25,432227}{8}} = 1,782983.$$

След сравняване на двете стандартни грешки ( $3,377514 > 1,782983$ ) 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 относителния дял на извънбрачно родените деца в страната и следователно е удачно да се използва същата за прогнозирането им за следващата например за 2005 година. За целта заместваме в квадратната функция  $t$  със значението 6 за да намерим прогнозния резултат за 2005 г.

$$y(6) = IB(6)_{2005} = 1,7143.6^2 - 4,6557.6 + 13,15 = 33,7206 \quad (\approx 46,9\%).$$

Получената прогнозна стойност за относителния дял на извънбрачно родените деца за 1999 г. е 32,679%, а публикуваната е 31,5%, което показва не голямо отклонение от 1,179% (при това за пет годишен интервал) и следователно получената квадратна функция може да се използва за прогнозна дейност. **Прогнозните резултати показват тенденция на нарастване на относителния дял на извънбрачно родените деца за годините до 2005 г., което е един негативен резултат, тъй като се пораждаат проблеми с отглеждането и възпитанието на тези деца извън семейството.**

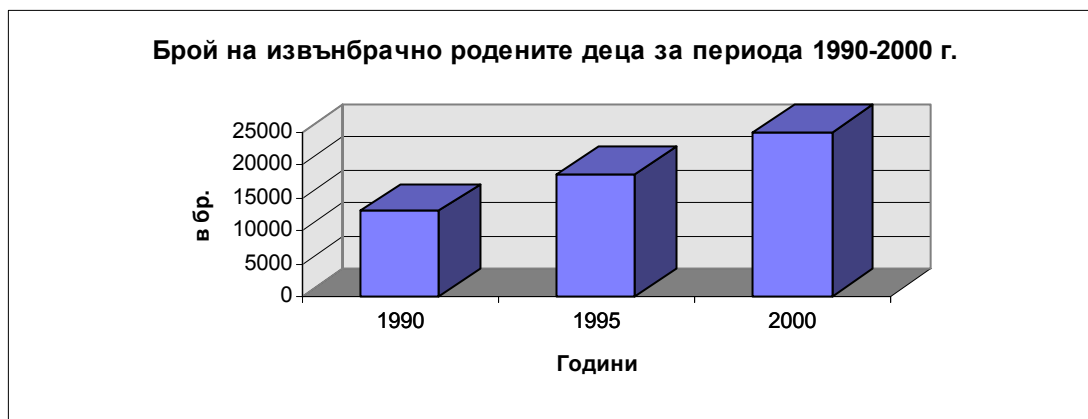
3) *трети вариант* - при разполагаеми само три данни през интервал от пет години за броя на извънбрачно родените деца. Изчисленията при приложението на регресионния анализ за изглаждане по *права линия* при изменение броя на извънбрачно родените деца  $[IB(t)]$  по данни от втория ред на табл. 55, са дадени в колона трета на табл. 56:

Таблица 55

**Брой на извънбрачните деца  $IB(t)$  за периода 1990-2000 г.**



Показател / Год.	1990	1995	2000
Извънбрачни деца (в бр.)	13000,0	18500,0	25000,0



Графика 15

Таблица 56

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

Год.	t	$IB(t)$	$t \cdot IB(t)$	$IB(t)^*$	$IB(t)^* - IB(t)$	$[IB(t)^* - IB(t)]^2$
1990	1	13000,0	13000,0	12833,33	-166,67	27778,889
1995	2	18500,0	37000,0	18833,33	333,33	111108,890
2000	3	25000,0	75000,0	24833,33	-166,67	27778,889
Общо	6	56500,0	125000,0	56499,99	0,0001	444444,440

Нормалната система уравнения от (1), чиито коефициенти са елементите на втора, трета и четвърта колони от последния ред на табл. 56, има вида:

$$\begin{cases} 6.a + 3.b = 56500,0 \\ 14.a + 6.b = 125000,0 \end{cases}$$

решенията на която са  $a=6000$  и  $b=6833,33$ . Тогава линейната функция, използвана за изглаждане на стойностите на броя на населението, е  $y=6000,0 \cdot t + 6833,33$ . При заместване в получената линейна (от първа степен) функция на  $t$  със значенията 1, 2 и 3, се получават изгладените чрез нея стойности:

$$\begin{aligned} y(1) &= B(t)_{1990} = 6000,0 \cdot 1 + 6833,33 = 12833,33 \quad (\approx 12833 \text{ бр.}); \\ y(2) &= B(t)_{1995} = 6000,0 \cdot 2 + 6833,33 = 18833,33 \quad (\approx 18833 \text{ бр.}); \\ y(3) &= B(t)_{2000} = 6000,0 \cdot 3 + 6833,33 = 24833,33 \quad (\approx 24833 \text{ бр.}). \end{aligned}$$

Същите са представени в колона пета на табл. 56. 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  $u=444444,44$ , получена в последния ред на колона седма. Средната квадратична (стандартна) грешка ( $s$ ) се получава по формулата

(3)  $s = \sqrt{\frac{u}{n}}$ , 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  $s = \sqrt{\frac{u}{n}} = \sqrt{\frac{444444,44}{8}} = 235,70226$ .

Изчисленията при приложението на регресионния анализ за изглаждане по крива линия от втора степен (квадратна функция) при изменение на броя на извънбрачните деца [IB(t)] по данни от втория ред на табл. 55, са дадени в табл. 57:

**Таблица 57**

**Реални и изгладени стойности на IB(t) и сумарна грешка**

Год.	t	B(t)	t <sup>2</sup>	t. B(t)	B(t)*	B(t)*- B(t)	[B(t)*- B(t)] <sup>2</sup>
1990	1	13000,0	1	13000,0	13000,0	0,0000	0,0000
1995	2	18500,0	4	37000,0	18500,0	0,0000	0,0000
2000	3	25000,0	9	75000,0	25000,0	0,0000	0,0000
Общо	6	56500,0	14	125000,0	56500,0	0,0000	0,0000

Нормалната система уравнения, чиито коефициенти са елементи на втора, трета и четвърта колона от последния ред на табл. 57, има вида:

$$\begin{cases} 14.a + 6.b + 3.c = 56500,0 \\ 36.a + 14.b + 6.c = 125000,0 \\ 98.a + 36.b + 14.c = 312000,0 \end{cases}$$

решенията на която са  $a=500,0$ ,  $b=4000,0$  и  $c=8500,0$ . Тогава квадратната функция, използвана за изглаждане на стойностите на броя на извънбрачно родените деца, е  $y=500,0.t^2+4000,0.t+8500,0$ .

При заместване в намерената функция на  $t$  със значенията 1, 2 и 3, се получават изгладените стойности:

$$\begin{aligned} y(1) &= B(1)_{1990} = 500,0.1^2 + 4000,0.1 + 8500,0 = 13000,00 \text{ бр.}; \\ y(2) &= B(2)_{1995} = 500,0.2^2 + 4000,0.2 + 8500,0 = 18500,00 \text{ бр.}; \\ y(3) &= B(3)_{2000} = 500,0.3^2 + 4000,0.3 + 8500,0 = 25000,00 \text{ бр.} \end{aligned}$$

Същите са представени в колона шеста на табл. 57. 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  $u=0,0000$ , е получена в последния ред на колона осма. Средната квадратична (стандартна) грешка ( $s$ ), получена по показаната формула, е равна на

$$s = \sqrt{\frac{u}{n}} = \sqrt{\frac{0,0000}{8}} = 0,0000.$$

След сравняване на двете стандартни грешки ( $235,70226 > 0,0000$ ) 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 броя на извънбрачно родените деца и следователно е удачно да се използва същата за прогнозиране броя на такива деца за следващите например до 2005 година. За целта заместяме в квадратната функция  $t$  със значението 4 за да намерим прогнозния резултат за 2005 г.

$$y(4)=B(4)_{2005}=500,0.4^2+4000,0.4+8500,0=32500,00 \text{ бр.}$$

Получената прогнозна стойност за броя на извънбрачно родените деца за 2000 г. е 25000 деца, а публикуваната е също 25000 деца, което показва пълно съвпадение и следователно получената квадратна функция може да се използва за прогнозна дейност. **Прогнозният резултат показва тенденция на силно нарастване на извънбрачно родените деца за всяка от тези години до 2005 г., тъй като прогнозната стойност за 2005 г. е голяма, което е един негативен резултат, порождащ проблеми с отглеждането и възпитанието им извън семейството.**