

An Investigation of Relationships between Economic Growth Factors in Bulgaria for the Period 1991-2008

Stanimira Nikolova, Assist. Prof.

Faculty of Business and Management, University of Ruse

e-mail: st_nikolova@uni-ruse.bg

Изследване на зависимости между факторите на икономическия растеж в България за периода 1991-2008

ас. Станимира Николова

Факултет „Бизнес и мениджмънт“, Русенски университет

e-mail: st_nikolova@uni-ruse.bg

Abstract: *The principal object of the presented research is to reveal the factors of economic growth and to analyze the dependence of the economic growth on these factors – the gross domestic product, the gross fixed capital formation, the number of employees and the total factor productivity, with the help of Cobb – Douglas production function. The research methodology gives a possibility to define the necessary index for analyzing the economic situation in Bulgaria, using statistical methods.*

Key words: *production function, Cobb-Douglas production function, economic growth, gross domestic product, gross fixed capital formation, number of employees, total factor productivity, statistical methods.*

Резюме: *Основната цел на статията е да се определят факторите на икономическия растеж и да се анализира зависимостта между икономическия растеж и тези фактори – БВП, бруто капиталобразуване, броя на заетите и ОФП, с помощта на производствената функция на Коб-Дъглас. Методологията дава възможността да се определят необходимите показатели, за да се анализира икономическата ситуация в България, като се използват статистически методи.*

Ключови думи: *производствена функция, производствена функция на Коб-Дъглас, икономически растеж, БВП, бруто капиталобразуване, брой на заетите, обща факторна производителност (ОФП), статистически методи.*

I. Introduction

The principal object of the present research is to reveal the factors of the economic growth, their intensity of influence on the national dynamics, and the causes leading to instability and to business cycles. On this ground, it is possible to search the terms of reference for social, economic and technological balance, which is very important for a country in a transition period such as Bulgaria.

I. Въведение

Една от основните цели на настоящото изследване, е да се определят факторите на икономическия растеж, силата им на влияние върху националната динамика, както и да се определят причините, които водят до нестабилност в икономическото развитие и до появата на делови цикъл. На тази основа вече могат да се търсят насоки за балансирано социално, икономическо и технологично развитие, което е особено важно за страна в преход, каквато е България.

II. Presentation

The evaluation of the influence of the factors is made with the help of Cobb – Douglas production function which is (Cobb & Douglas, 1928; Ganev, 2005; Petkov, 2009):

$$Y(t) = A(t) \cdot F[K(t), L(t)] \text{ or / или } Y = A \cdot K^a \cdot L^b \quad (1)$$

where, $Y(t)$ is the gross domestic product, $K(t)$ is the gross fixed capital formation, $L(t)$ is the number of employees and $A(t)$ are all the factors which are not included in labor and capital, and it is possible to refer to it as "total factor productivity".

The above equation can be re-written in logarithm form using $d \ln x(t) / dt = x'(t) / x(t)$. After transformation of the equation (1) into equation (2) we get (Ganev, 2005; Solow, 1957):

$$Y'(t) / Y(t) = A'(t) / A(t) + a(t) \cdot K'(t) / K(t) + b(t) \cdot L'(t) / L(t) \quad (2)$$

where, a and b are the coefficients of elasticity expressing how the result index will be changed (at what rate) if the factor index is changed by 1% and the other factor stays unchanged ($a + b = 1$).

Data for $Y(t)$, $K(t)$ and $L(t)$, can be seen from NSI for each year. Only the expression $A'(t) / A(t)$ is not known but can be calculated as remaining value from equation (2).

The econometric analysis of the economic development of the country examines the principal factors – the gross domestic product, the gross fixed capital formation, the number of employees (NSI, 2008), and the total factor productivity in function of time:

- At first, the research is done using statistical models expressed with the help of the parabolic, exponential, power or linear functions. The models are essentially evaluated with the help of F-criteria.

II. Изложение

Оценката на влиянието на отделните фактори е направена с помощта на производствената функция на Коб-Дъглас, която има вида (Cobb & Douglas, 1928; Ganev, 2005; Petkov, 2009):

$$Y(t) = A(t) \cdot F[K(t), L(t)] \text{ or / или } Y = A \cdot K^a \cdot L^b \quad (1)$$

където, $Y(t)$ е съвкупното производство, $K(t)$ е вложеният в производството капитал, $L(t)$ е вложеният в производството труд, а $A(t)$ са всички други фактори, които не са включени в труда и капитала или можем да го отбележим, като "обща факторна производителност" (ОФП). Логаритмуваме уравнение (1) и използваме, че $d \ln x(t) / dt = x'(t) / x(t)$, след което преобразуваме формула (1) в следният вид (Ganev, 2005; Solow, 1957):

$$Y'(t) / Y(t) = A'(t) / A(t) + a(t) \cdot K'(t) / K(t) + b(t) \cdot L'(t) / L(t) \quad (2)$$

където, a и b са коефициенти на еластичност, които изразяват с какъв процент ще се промени резултативният показател при промяна на факторния показател с един процент, при положение, че другия фактор остава неизменен ($a + b = 1$).

Данни за $Y(t)$, $K(t)$ и $L(t)$, могат да се набавят от справочниците на НСИ за отделните години, единствено изразът $A'(t) / A(t)$ е неизвестен, но той може да се пресметне, като остатъчна стойност от формула (2).

Иконометричния анализ на икономическото развитие на страната е направен въз основа на основните фактори (NSI, 2008), които го характеризират – БВП, бруто капиталообразуване, заетостта и ОФП във функция от времето. Изследването е осъществено в следната последователност:

- различните икономико-статистически модели, които първоначално са изразени с помощта на параболичната, експоненциалната, степенна или линейната функция.

After that, the best model of regression, which is the one with the highest coefficient of determination and with the smallest standard error, is chosen. Based on the chosen model the following values are analysed:

- The result for (y_i) in function of time t : $y_i = f(t_i)$, where y and t are the factual data for the result index and the factor index, with index i which is the number of the year from the period, $i = 1, 2, \dots, n$, for 1991 - $i = 1$;
- The increase of the result for y in function of time (t), or $y_i'(t)$;
- The optimum of the results index;
- The coefficients for elasticity expressing the change rate of the result index as a function of the change of the factor index by 1%;

The statistical models obtained are essentially evaluated with the help of:

- The coefficient of determination:

$$R^2 = \frac{\sum(\hat{y} - \bar{y})^2}{\sum(y - \bar{y})^2}, \quad (3)$$

- The standard error for evaluation of the regression equation:

$$\hat{S}_{ocm} = \sqrt{\sum(y - \hat{y})^2 / (n - k)}, \quad (4)$$

where: k is the number of the index evaluated in the equation.

- The essential evaluation of the model:

$$F = \frac{\sum(\hat{y} - \bar{y})^2 / (k - 1)}{\sum(y - \hat{y})^2 / (n - k)}, \quad (5)$$

where: the theoretical characterisation of $F(\alpha, \nu, \omega)$ is taken from the table of F - distribution at confidential probability 95% and degree of freedom $\nu = k - 1$ and $\omega = n - k$, where k is the number of the index evaluated.

Zero hypothesis is rejected if $F > F(\alpha, \nu, \omega)$ (Naneva, A. et al., 2005).

След оценка на адекватността на всеки от моделите, с помощта на F -критерия, за най-добър регресионен модел се избира този, който е с най-висок коефициент на детерминация и с най-малка остатъчна грешка за оценка на уравнението на регресия. На базата на вече избрания модел са анализирани:

- резултативните показатели (y_i) във функция на времето t : $y_i = f(t_i)$, където y и t са фактическите данни за резултативния и факторния показател, i е номерът на годината в периода, $i = 1, 2, \dots, n$, за 1991 година - $i = 1$;
- прирастът на резултата y във функция от фактора време (t) или $y_i'(t)$;
- оптималните стойности на резултативните показатели;
- коефициентите на еластичност, които изразяват процентното изменение на резултативните показатели във функция от промяната на факторния показател с 1%;

Получените икономико-статистически модели са оценени за същественост чрез:

- коефициентът на детерминация:

$$R^2 = \frac{\sum(\hat{y} - \bar{y})^2}{\sum(y - \bar{y})^2}, \quad (3)$$

- остатъчната грешка за оценка на уравнението на регресия

$$\hat{S}_{ocm} = \sqrt{\sum(y - \hat{y})^2 / (n - k)}, \quad (4)$$

където: k е броят на параметрите, оценявани в уравнението.

- оценка за адекватност на модела:

$$F = \frac{\sum(\hat{y} - \bar{y})^2 / (k - 1)}{\sum(y - \hat{y})^2 / (n - k)}, \quad (5)$$

където: теоретичната характеристика на $F(\alpha, \nu, \omega)$ се получава от таблицата за F - разпределението при доверителна вероятност 95% и степени на свобода $\nu = k - 1$ и $\omega = n - k$, където k е броя на оценяваните параметри.

Нулевата хипотеза се отхвърля ако фактическата стойност $F > F(\alpha, \nu, \omega)$ (Naneva, A. et al., 2005).

The results from the econometric analysis can be seen in Tables 1,2,3,4 and 6 in Appendix 1 and Figures 1, 2, 3, 4 and 6.

Изчисленията от корелационно-регресионния анализ могат да се видят в табл. 1,2,3,4 и 6 от Приложение 1 и фиг. 1,2,3,4 и 6;

Fig. 1. GDP for the period 1991-2008
Фиг. 1. БВП за периода 1991-2008 г.

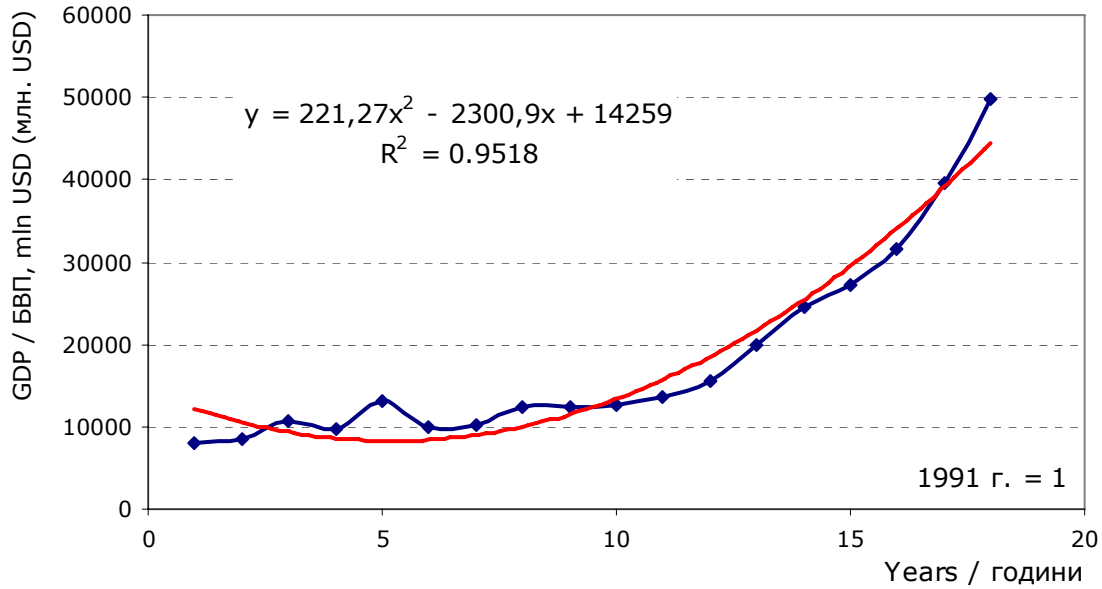


Fig. 2. Number of employees for the period 1991-2008
Фиг. 2. Брой заети лица за периода 1991-2008 г.

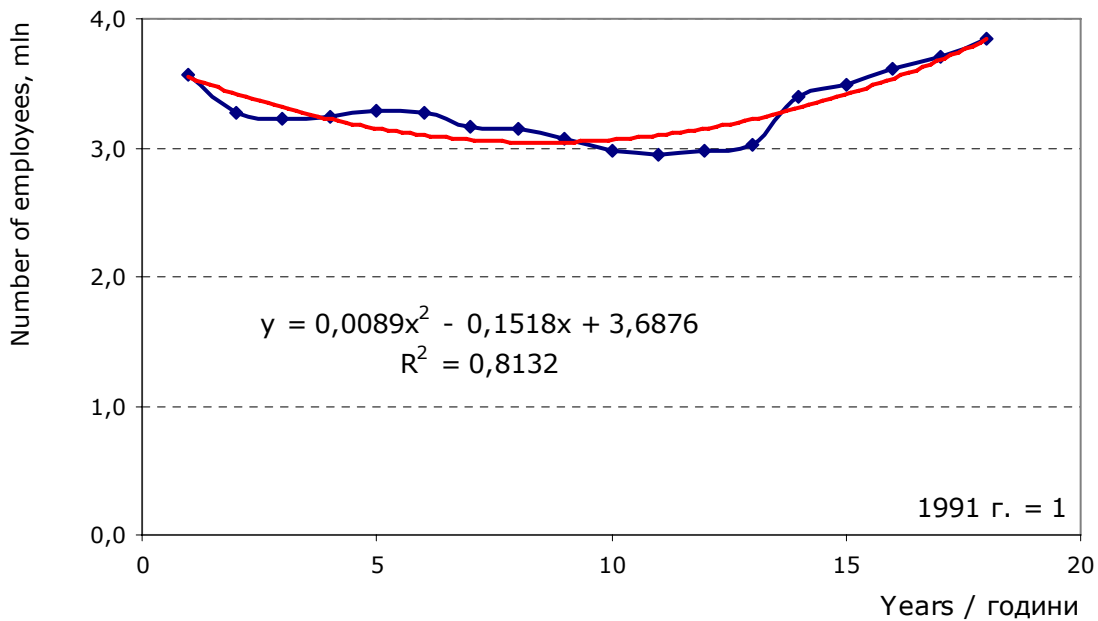


Fig. 3. Gross fixed capital formation in the period 1991-2008
 Фиг. 3. Бруто капиталообразуване за периода 1991-2008 г.

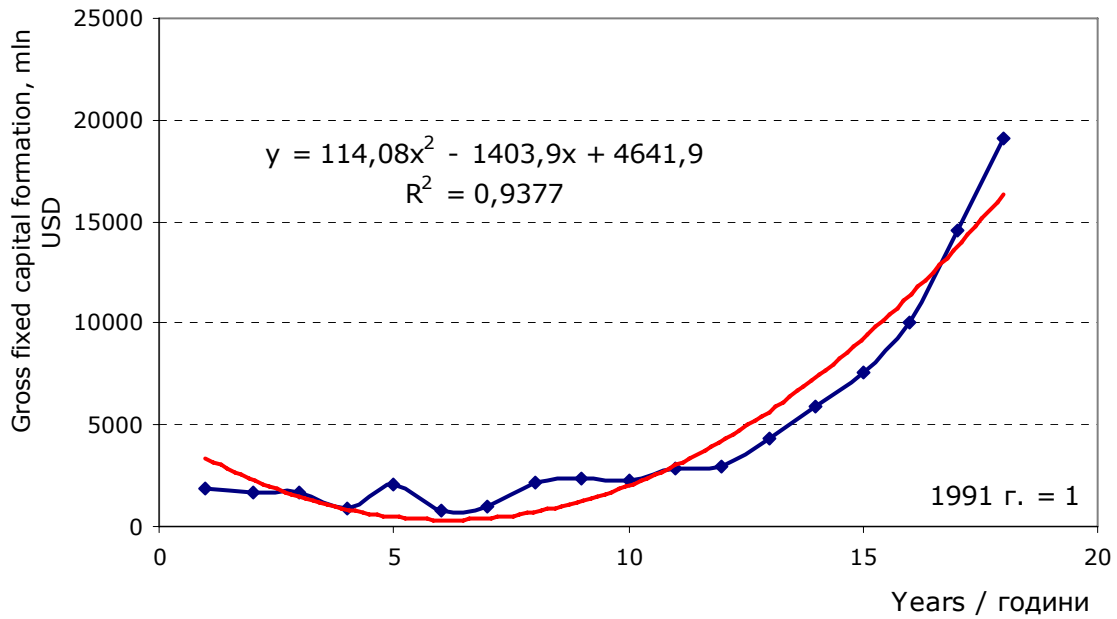


Fig. 4. GDP in dependence of the gross fixed capital formation
 Фиг. 4. БВП в зависимост от бруто капиталообразуването

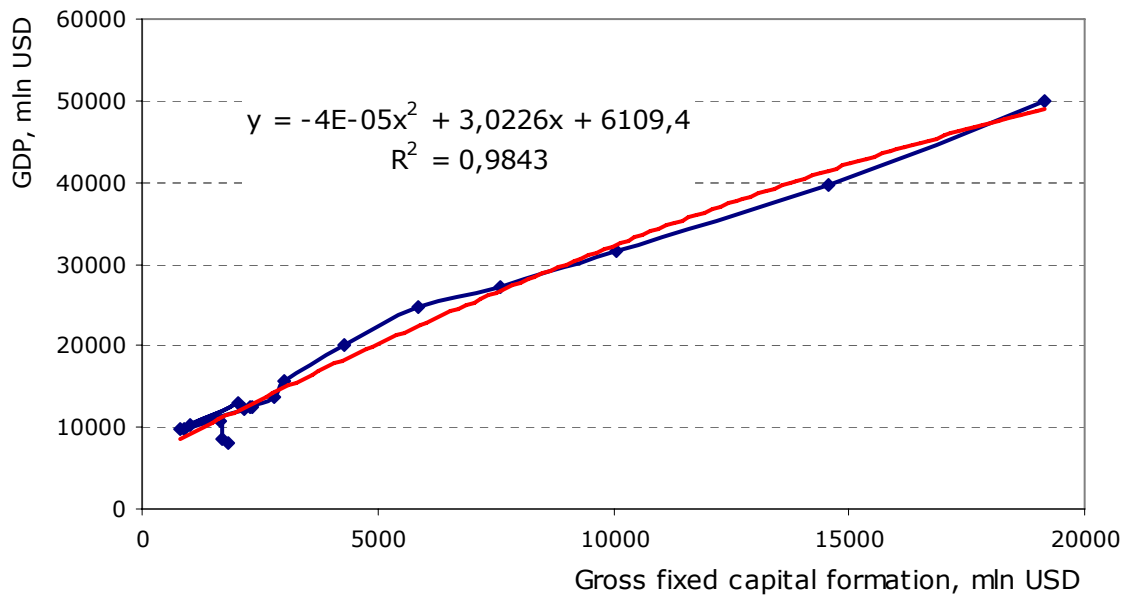


Fig. 5. The expression $A'(t)/A(t)$ as a function of time
Фиг. 5. $A'(t)/A(t)$ във функция на времето

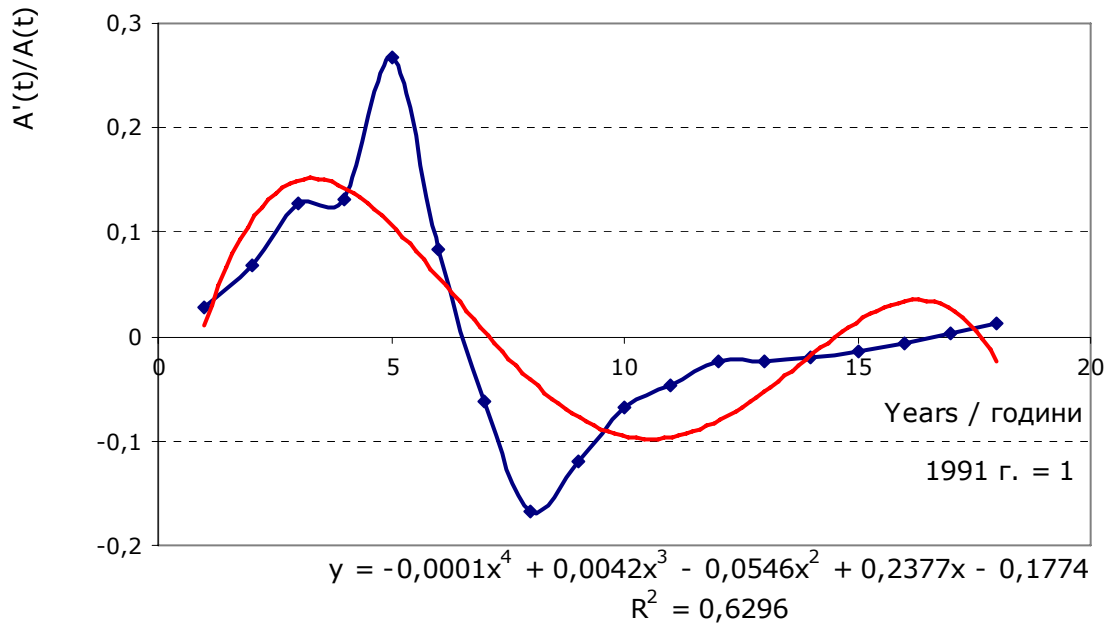
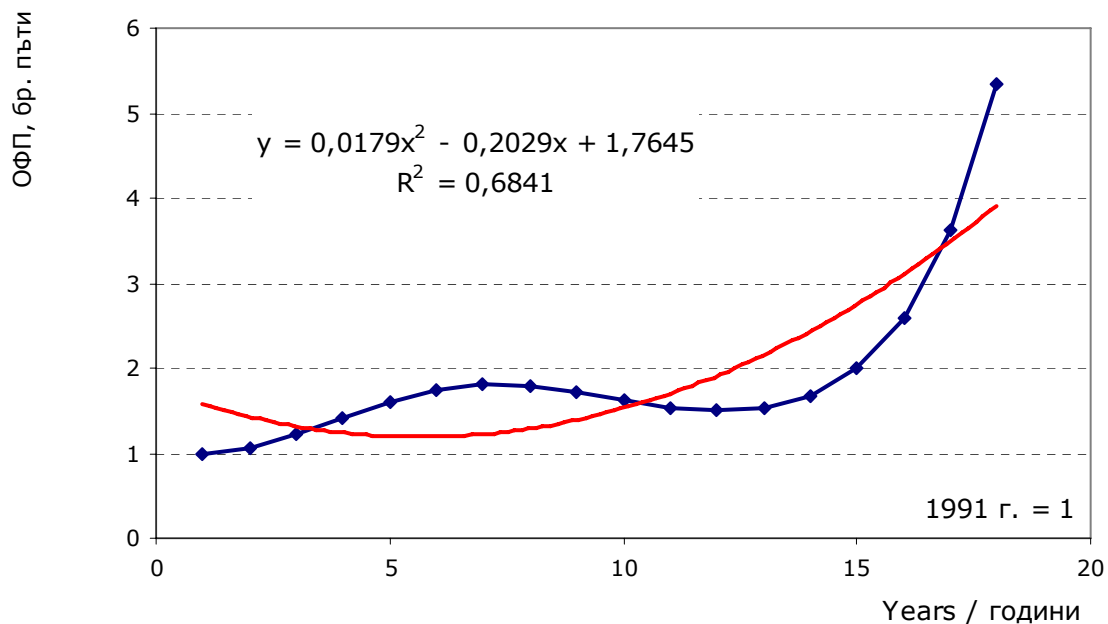


Fig. 6. Growth of the total factor productivity (1991 = base)
Фиг. 6. Нарастване на общата факторна производителност



- GDP as a function of time
F=148,2; S= 2761,9; X opt. = 5,2
- Number of employees
F=32,61; S=0,122; X opt. = 8,53
- Gross fixed capital formation as a function of time
F=112,9; S = 1359,09; X opt. = 6,15

- БВП във функция на времето:
F=148,2; S= 2761,9; X opt. = 5,2
- Заети лица във функция от времето
F=32,61; S=0,122; X opt. = 8,53
- Бруто капиталобразуване във функция от времето
F=112,9; S = 1359,09; X opt. = 6,15

- GDP as a function of gross fixed capital formation
 $F = 476,1$; $S = 1578,4$; $X \text{ opt.} = 37782,5$

The equations obtained for the gross domestic product, the gross fixed capital formation and the number of employees in function of time, as well as the coefficient of elasticity from Table 4 (Appendix 1), presenting the index a for the corresponding year, are substituted in equation 2. On the basis of the methods expressed, expression $A'(t)/A(t)$ is calculated as a remaining value. The results are expressed in Figure 5. The equation obtained is integrated and the value of A is calculated with constant accuracy. The growth of the total factor productivity referring to 1991 as a base is presented in Table 6 (Appendix 1) and Figure 6.

- From the analysis a conclusion can be derived that up to 1999 there had been considerable fluctuation in the development of our country, but after that a visible 'liveliness' for the Bulgarian economy can be seen;
- After comparison of the elasticity coefficients it can be concluded that in function of time the gross fixed capital formation increases faster compared to the growth rate of the gross domestic product. The decrease in the effectiveness of the production and the fact that not all the available factors are completely used are the cause for the occurrence observed. That proves an extensive growth which is demonstrated with the non – elastic growth of the gross domestic product in function of the change of gross fixed capital formation;
- The growth of the total factor productivity up to 1999 is also unstable, reflecting the economic reality in the country at that period. Since that period the 'liveliness' has led to elastic growth of the total factor productivity due to the structural reform in Bulgarian economy such as transition to a market type of an economic system, development of the competition, using new science

- БВП във функция от бруто капиталообразуване
 $F = 476,1$; $S = 1578,4$; $X \text{ opt.} = 37782,5$

Използваме получените регресионни уравнения за БВП, бруто капиталообразуване и заетостта във функция от времето, както коефициентите на еластичност от табл. 4 (Приложение 1), които са параметърът a за съответната година и заместваме във формула (2). Въз основа на вече посочената методика, изчисляваме израза $A'(t)/A(t)$. Резултатите са онагледени на фиг. 5. Полученото регресионно уравнение го интегрираме и изчисляваме стойностите за A с точност до константа. Растежът на ОФП при база 1991 година е представен в табл. 6 (Приложение 1) и фиг. 6.

- От направения анализ се установява, че до 1999 година за страната са характерни значителни колебания и нестабилност в развитието на икономиката, но след това се забелязва видимо „оживление“ за цялата икономика;
- При съпоставка на коефициентите на еластичност се вижда, че по-бързо нараства капиталът, спрямо темповете на растеж на БВП, във функция от времето. Причините за наблюдаваното явление могат да се търсят в това, че намалява ефективността на производството и не се използват напълно наличните ресурси, свидетелство предимно за екстензивен растеж, което се доказва и от нееластичното нарастване на БВП във функция от промяната на капитала;
- Растежът на ОФП до 1999 година също е нестабилен, което отразява и икономическата действителност у нас за посочения период. Настъпването „оживление“ в икономиката след това води до еластично нарастване на ОФП, което се дължи на извършените структурни преобразования в българската икономика, като преминаването към пазарен тип икономика, извършената приватизация, развитието на конкуренцията, използването на по-нови научни

achievements and technologies, improvement of the infrastructure, stability of the financial system after introducing of the monetary board, development of the institutions, etc. However the comparison of the elasticity coefficients of the total factor productivity with those of the gross domestic product can lead to the conclusion that the growth rate of the total factor productivity is far behind the growth rate of the gross domestic product.

III. Conclusions

As a result of the presented research about the economic growth in Bulgaria during the period of 1991 – 2008, a conclusion can be made that ways to increase the total factor productivity rate and to use completely the available factors should be found. However, if the country continues to develop following the trend observed for the economic growth, it will be a reason for an optimistic forecast for the future (still it is not certain in circumstances of an economic crisis).

знания и технологии, подобряването на инфраструктурата, стабилизирането на финансовата система в страната след въвеждането на валутен борд, развитието на институциите в България и др. Но въпреки това при съпоставка на коефициентите на еластичност на ОФП с тези БВП се установява, че темповете, с които нараства ОФП, значително изостават от темповете на растеж на БВП във функция от времето.

III. Изводи

В резултат на направеното изследване на икономическия растеж в България, за периода от 1991 до 2008, може да се направи извода, че трябва да се търсят пътища за нарастване на темповете на растеж на общата факторна производителност и по-пълно използване на наличните производствени фактори. Но ако страната продължи да се развива, според изведените трендове на икономически растеж, това би ни дало основание за една по-оптимистична прогноза в бъдеще (което е до известна степен под въпрос в условията на настъпилата в момента икономическа криза).

Reference/ Referencat

- [1]. **Barro, R. J., X. Sala-i-Martin** (2003). Economic Growth. 2nd edition, MIT Press, 2003 : 672 p.
- [2]. **Cobb C. W., P.H. Douglas** (1928). A Theory of production, American Economic Review, 139-165
- [3]. **Ganev, K.** (2005). Measurement of the total factor productivity: Growth accounting for Bulgaria. Sofia: BNB : 36 p. (in Bulgarian)
- [4]. **Minchev, D., E. Trifonov, L. Doganova** (2001). Economics. University of Ruse, 2001 : 302 p. (in Bulgarian)
- [5]. **Naneva, A. et al.** (2005) Reliability of the economic systems: Problems of the theory and practice, University of Ruse, 2005 : 318 p. (in Bulgarian)
- [6]. **Naneva, A., L. Lyubenov, G.Tasev** (2004). Economics and marketing of the agriculture, University of Ruse, 2004 : 509 p. (in Bulgarian)
- [7]. **NSI** (2008). Main macroeconomic indicators, Sofia, NSI, 2008 (in Bulgarian)
- [8]. **Petkov, P.** (2009). Algorithm for Econometric Estimation of the Aggregated Production Function by Transcendental Logarithmic (translog) Approximation, Dialogue^E E-Journal, 2009 (1), 1-38 (in Bulgarian)
- [9]. **Pirimova, V.** (2001). Growth, cyclic recurrence, conjuncture, Sofia, 2001 : 262 p. (in Bulgarian)
- [10]. **Solow, R.** (1957). Technical Change and the Aggregate Production Function. The Review of Economics and statistics, vol. 39, No. 3, 312-320

Table 1. Gross domestic product in function of time
Таблица 1. БВП във функция от времето

Year	No	y	\hat{y}	$y-\hat{y}$	$y-\hat{y}/\hat{S},\%$	E
1991	1	8100	12179,3	-4079,3	-147,7	-0,15
1992	2	8600	10542,2	-1942,2	-70,3	-0,27
1993	3	10800	9347,7	1452,2	52,6	-0,31
1994	4	9700	8595,7	1104,2	39,9	-0,25
1995	5	13100	8286,2	4813,7	174,3	-0,05
1996	6	9900	8419,3	1480,6	53,6	0,25
1997	7	10200	8994,9	1205,0	43,6	0,62
1998	8	12300	10013,0	2286,9	82,8	0,99
1999	9	12400	11474,0	926,2	33,5	1,32
2000	10	12600	13377,0	-777,0	-28,1	1,59
2001	11	13600	15723,0	-2123,0	-76,9	1,79
2002	12	15600	18511,0	-2911,0	-105,4	1,95
2003	13	20000	21741,9	-1741,9	-63,1	2,06
2004	14	24650	25415,3	-765,3	-27,7	2,14
2005	15	27190	29531,3	-2341,3	-84,8	2,20
2006	16	31642	34089,7	-2447,7	-88,6	2,24
2007	17	39552	39090,7	461,3	16,7	2,27
2008	18	49909	44534,3	5374,7	194,6	2,29

F=148,2; S= 2761,9; X opt. = 5,2

Table 2. Number of employees in function of time
Таблица 2. Заети лица във функция от времето

Year	No	y	\hat{y}	$y-\hat{y}$	$y-\hat{y}/\hat{S},\%$	E
1991	1	3,56	3,540	0,0150	12,60	-0,038
1992	2	3,27	3,420	-0,1496	-123,10	-0,068
1993	3	3,22	3,312	-0,0920	-75,90	-0,089
1994	4	3,24	3,223	0,0172	14,10	-0,100
1995	5	3,28	3,151	0,1290	106,00	-0,090
1996	6	3,28	3,097	0,1820	149,50	-0,080
1997	7	3,16	3,061	0,0990	81,40	-0,060
1998	8	3,15	3,043	0,1072	88,20	-0,024
1999	9	3,07	3,042	0,0277	22,80	0,025
2000	10	2,98	3,060	-0,0796	-65,50	0,086
2001	11	2,94	3,095	-0,1547	-127,30	0,160
2002	12	2,98	3,148	-0,1676	-137,90	0,230
2003	13	3,02	3,218	-0,1980	-163,10	0,320
2004	14	3,40	3,307	0,0932	76,70	0,410
2005	15	3,49	3,413	0,0769	63,30	0,510
2006	16	3,61	3,537	0,0728	59,90	0,600
2007	17	3,71	3,679	0,0309	25,40	0,690
2008	18	3,84	3,839	0,0012	0,99	0,790

F=32,61; S=0,122; X opt. = 8,53

Table 3. Gross fixed capital formation in function of time
Таблица 3. Бруто капиталообразуване във функция от времето

Year	No	Y	\hat{Y}	$Y-\hat{Y}$	$Y-\hat{Y}/\hat{S},\%$	E
1991	1	1839	3352,10	-1513,10	-111,30	-0,350
1992	2	1711	2290,40	-579,40	-42,60	-0,820
1993	3	1652	1456,90	195,10	14,40	-1,480
1994	4	910	851,60	58,40	4,30	-2,300
1995	5	2052	474,40	1577,60	116,10	-2,770
1996	6	813	325,40	487,60	35,90	-0,640
1997	7	1027	404,50	622,50	45,80	3,340
1998	8	2150	711,80	1438,20	105,80	4,700
1999	9	2319	1247,30	1071,70	78,80	4,680
2000	10	2304	2010,90	293,10	21,60	4,360
2001	11	2811	3002,68	-191,68	-14,10	4,050
2002	12	3000	4222,60	-1222,60	-89,90	3,790
2003	13	4297	5670,70	-1373,70	-101,08	3,580
2004	14	5862	7346,98	-1484,90	-109,30	3,410
2005	15	7612	9251,40	-1639,00	-120,60	3,270
2006	16	10043	11383,90	-1340,90	-98,70	3,150
2007	17	14554	13744,70	809,30	59,50	3,060
2008	18	19137	16333,60	2803,30	206,30	2,980

F=112,9; S = 1359,09; X opt. = 6,15

Table 4. Gross domestic product in function of gross fixed capital formation
Таблица. 4 БВП във функция от бруто капиталообразуване

Year	No	x	Y	\hat{Y}	$Y-\hat{Y}$	$Y-\hat{Y}/\hat{S},\%$	E
1991	1	1839	8100	11533	-3433	-217,0	0,460
1992	2	1711	8600	11164	-2564	-162,0	0,440
1993	3	1652	10800	10994	-194	-12,0	0,430
1994	4	910	9700	8827	873	55,0	0,300
1995	5	2052	1300	12143	956	60,6	0,480
1996	6	813	9900	8540	1359	86,1	0,280
1997	7	1027	10200	9171	1028	65,2	0,330
1998	8	2150	12300	12423	-123	-7,8	0,490
1999	9	2319	12400	12904	-503	-31,9	0,510
2000	10	2304	12600	12861	-261	-16,5	0,510
2001	11	2811	13600	14290	-689	-43,7	0,550
2002	12	3000	15600	14817	782	49,6	0,560
2003	13	4297	20000	18359	1641	103,9	0,630
2004	14	5862	24650	22453	2196	139,2	0,670
2005	15	7612	27190	26799	390	24,7	0,690
2006	16	10043	31642	32431	-788	-49,9	0,690
2007	17	14554	39552	41628	-2075	-131,5	0,650
2008	18	19137	49909	49304	605	38,3	0,580

F = 476,1; S = 1578,4; X opt. = 37782,5

Table 5. $A'(t)/A(t)$ in function of time
Таблица 5. $A'(t)/A(t)$ във функция от времето

Year	No	$A'(t)/A(t)$
1991	1	0,0287
1992	2	0,0676
1993	3	0,1272
1994	4	0,1311
1995	5	0,2675
1996	6	0,0828
1997	7	-0,0630
1998	8	-0,1660
1999	9	-0,1200
2000	10	-0,0670
2001	11	-0,0500
2002	12	-0,0200
2003	13	-0,0200
2004	14	-0,0200
2005	15	-0,0130
2006	16	-0,0070
2007	17	0,0023
2008	18	0,0129

Table 6. Growth of the total factor productivity referred to 1991 as a base in function of time
Таблица 6. Растеж на ОФП при база 1991 г. във функция от времето

Year	No	y	\hat{y}	$y-\hat{y}$	$y-\hat{y}/\hat{S},\%$	E
1991	1	1	1,5795	-0,579	-93,52	-0,11
1992	2	1,066	1,43	-0,364	-58,79	-0,18
1993	3	1,22	1,317	-0,097	-15,6	-0,22
1994	4	1,42	1,239	0,181	29,16	-0,19
1995	5	1,61	1,198	0,413	66,57	-0,099
1996	6	1,75	1,192	0,559	90,13	0,06
1997	7	1,82	1,221	0,599	96,62	0,27
1998	8	1,8	1,287	0,513	82,8	0,52
1999	9	1,72	1,388	0,332	53,53	0,77
2000	10	1,62	1,526	0,095	15,25	1,02
2001	11	1,53	1,6985	-0,168	-27,19	1,24
2002	12	1,5	1,9073	-0,407	-65,7	1,43
2003	13	1,54	2,1519	-0,612	-98,7	1,58
2004	14	1,68	2,4323	-0,7523	-121,4	1,72
2005	15	2,01	2,7485	-0,739	-119,2	1,82
2006	16	2,59	3,1005	-0,511	-82,4	1,91
2007	17	3,62	3,4883	0,1317	21,25	1,97
2008	18	5,35	3,9119	1,4381	232,08	2,03

F=16,19; S = 0,62; X opt. = 5,7