MODEL TRIMESTRIAL DE PROGNOZĂ A PIB-ULUI REPUBLICII MOLDOVA

Zinaida Toacă, dr.,
cercetător ştiinţific coord. INCE[1]
Alina Ceban,
cercetător ştiinţific, INCE[2]

Scopul prezentei lucrări este descrierea unui model de prognoză trimestrială a PIB-ului Republicii Moldova în corespundere cu priorităţile de dezvoltare ale ţării pe termen mediu. Actualitatea lucrării: Utilizarea tehnicii ARIMA pentru estimarea seriei cronologice; Utilizarea pachetului econometric Eviews pentru estimarea şi elaborarea modelului macroeconometric. Abordările ştiinţifice şi metodologice descrise în prezenta lucrare vor servi în calitate de suport ştiinţific Ministerului Economiei în procesul elaborării propriilor scenarii economice şi opţiuni de prognoză. Metode de cercetare folosite de autori include identificarea trendului de dezvoltare economic, analiza de diagnostic, prognoză economică fundamentată ştiinţific, tehnica ARIMA, analiza regresională a seriilor de timp.

Cuvinte cheie: *prognoză, ARIMA, produs intern brut, test Student, Jarque-Bera, Fischer.*

The main goal of the research is to develop a model for forecasting quarterly GDP of Moldova and calculate different scenarios of economic development during Q1 2016-Q4 2017 according to the country's development priorities in the short term. Actuality of the research: use of the ARIMA procedure for forecasting time series; using econometric package Eviews for describing and conducting macroeconomic model. Scientific and methodological approaches described in the present paper will serve as scientific support for the Ministry of Economy in the process of developing their own economic scenarios and forecasting options. Methods: identifying trends in economic development; diagnostic analysis; economic forecasts scientifically substantiated, ARIMA methods, regression analysis of time series.

Key words: *forecast, ARIMA, general domestic product, Student test, Jarque-Bera, Fischer.*

Introducere. Scopul lucrării este elaborarea unui model econometric de previziune pentru estimarea şi prognozarea produsului intern brut al Republicii Moldova. În calitate de date iniţiale va servi seria valorilor trimestriale ale PIB pentru anii 1995-2014 (preţuri medii ale anului 2010). Autorii au considerat absolut necesară utilizarea unei serii exprimată în preţuri constante, lipsită astfel de efectul inflaţiei, întrucât este important să se releve evoluţia volumului fizic al PIB-ului.

Partea I. Estimarea modelului

Pentru prognoza valorii adăugate brute a economiei naţionale a fost utilizată tehnica ARIMA. Tehnica ARIMA presupune estimarea unei serii cronologice utilizând modele autoregresive (AR) combinate cu modele cu medii mobile (MA), obţinând astfel un model combinat ARMA. Într-un model ARMA(p,q) se vor considera p-ordinul componentei autoregresive a modelului, q – ordinul componentei mediei mobile a modelului. Modelul ARMA(p,q) are forma:

$$Y_t = \varphi_0 + \varphi_1 Y_{t-1} + \varphi_2 Y_{t-2} + \cdots + \varphi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t - \omega_1 \varepsilon_{t-1} - \omega_2 \varepsilon_{t-2} - \cdots - \omega_q \varepsilon_{t-q} \quad (1)$$

Modele ARMA(p,q) pot descrie evoluţia unui spectru foarte larg de serii cronologice staţionare, acest model oferind o prognoză ce va depinde atât de valorile curente şi trecute ale variabile Y, cât şi de valorile curente şi trecute ale erorii de prognoză e_t.

Modelul extins ARIMA(k,d,m) este utilizat la prognozarea seriilor de timp non-staţionare (cu trend), unde d este ordinul integrării seriei. Integrarea este operaţia de obţinere a diferenţelor între valorile consecutive ale seriei. Dacă o serie prezintă un trend aproximativ liniar, prin calcularea diferenţelor de ordinul întâi se obţine o serie staţionară. Staţionarizarea este o precondiţie a aplicării modelului ARMA(p,p). Un model care presupunea mai întâi calcularea diferenţelor de ordinul întâi şi apoi aplicarea unui model ARMA(p,q) este un model ARIMA(p,1,q) şi va arăta astfel:

$$\Delta Y_t = \varphi_0 + \varphi_1 \Delta Y_{t-1} + \varphi_2 \Delta Y_{t-2} + \cdots + \varphi_p \Delta Y_{t-p} + \varepsilon_t - \omega_1 \varepsilon_{t-1} - \omega_2 \varepsilon_{t-2} - \cdots - \omega_q \varepsilon_{t-q} \quad (2)$$

$$\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1} \quad (3)$$

Mai jos este afişată dinamica seriilor empirice, care vor servi drept date primare pentru modelele de prognoză.

[1] ZTOACA@GMAIL.COM
[2] ALINACEBAN1991@GMAIL.COM

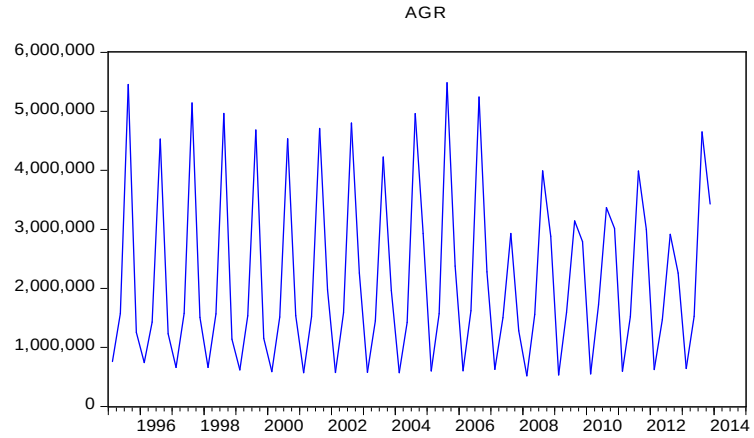


Figura 1. Evoluţia trimestrială a valorii adăugate brute în agricultură, mii lei

Agricultura în Republica Moldova este puternic dependentă de factorul climateric, ceea ce o face sensibilă şi greu de estimat. În grafic se atestă evoluţia trimestrială a valorii adăugate brute în acest sector, unde se evidenţiază evoluţia mai scăzută a acesteia în anii cu secetă – 2007, 2012. Graficul relevă absenţa trendului ascendent şi doar prezenţa oscilaţiilor sezoniere trimestriale, influenţe ce vor fi luate în considerare la elaborarea modelului de prognoză.

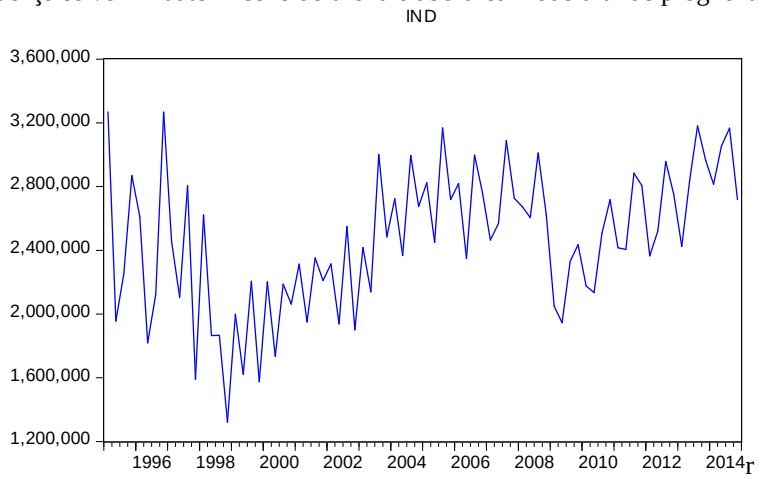


Figura 2. Evoluţia trimestrială a valorii adăugate brute în industrie, mii lei

In timp ce evoluţia agriculturii este una vizibil oscilatorie sezonier, în cazul industriei aceasta descrie în primul rând o tendinţă ascendentă, combinată cu fluctuaţiile sezoniere. Istoric tendinţa a suportat frânturi de linie în perioada crizei din 1998-1999 din Rusia şi criza economică internaţională din 2008-2009. Pentru includerea acestor influenţe în modelul de prognoză a fost creată variabila dummy căreia i s-au atribuit valori unitare în perioadele respective-1998Q4:2001Q3 şi 2009Q1:2011Q1.

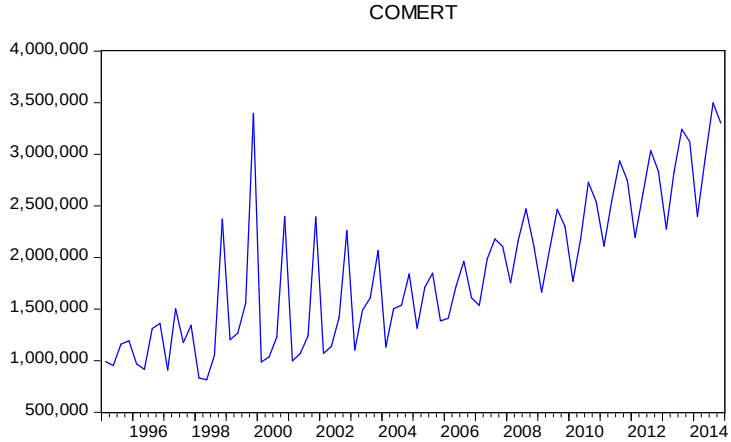


Figura 3. Evoluţia trimestrială a valorii adăugate brute în comerţul intern, mii lei

Comerţul, asemeni industriei prezintă un şir marcat de trend ascendent şi de oscilaţii sezoniere infraanuale. Pentru atenuarea şocului crizei din 1998-1999 s-a creat variabila dummy D_COM, cu valori unitare pentru momentele de timp 1998Q4 şi 1999Q4.

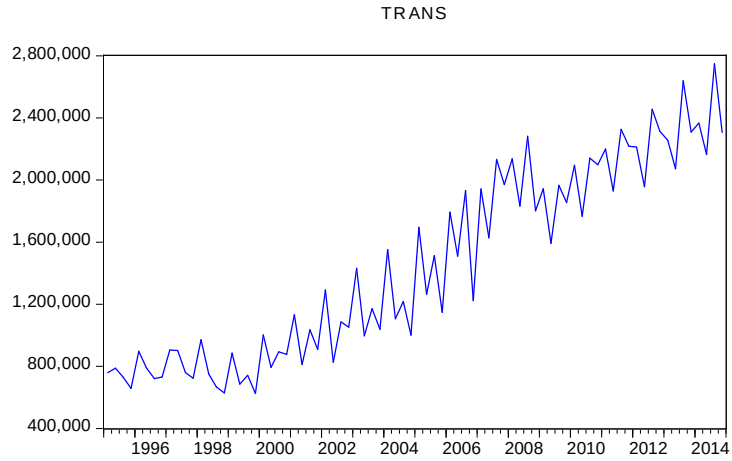


Figura 4. Evoluţia trimestrială a valorii adăugate brute în sectorul ”Transporturi”, mii lei

Transporturile urmează un trend ascendent şi oscilaţii sezoniere de la un trimestru la altul, serie fiind marcată de şocul crizei din 2008. Ca şi pentru celelalte domenii a fost creată variabila instrumentală D_TRANS cu valori unitare în perioada 2007Q2:2008Q4.

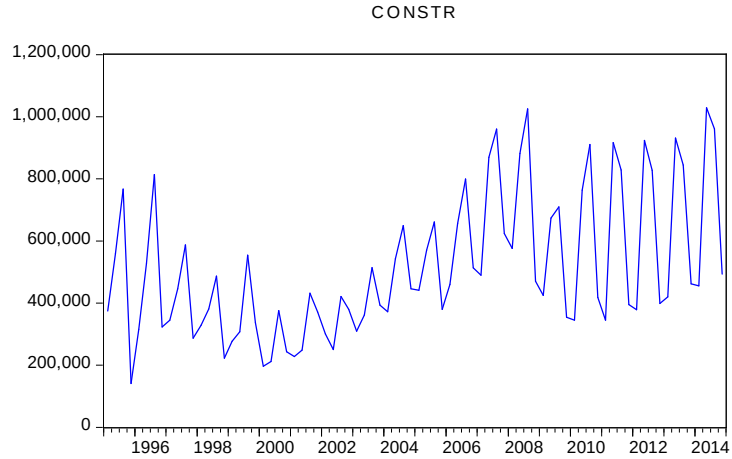


Figura 5. Evoluţia trimestrială a valorii adăugate brute în sectorul ”Construcţii”, mii lei

Seria VAB din construcţii prezintă o evoluţie mai puţin uniformă comparativ cu celelalte serii de timp incluse în analiză. Acest fapt se explică prin caracterul sensibil al acestuia ca domeniu de activitate faţă de şocurile economice interne, dar mai ales externe ale economiei. Astfel, de exemplu, în perioada crizelor, când remiterile de peste hotare scad, domeniul construcţiilor suferă contracţii vizibile, cum a fost bunăoară în perioada crizei din 2009.

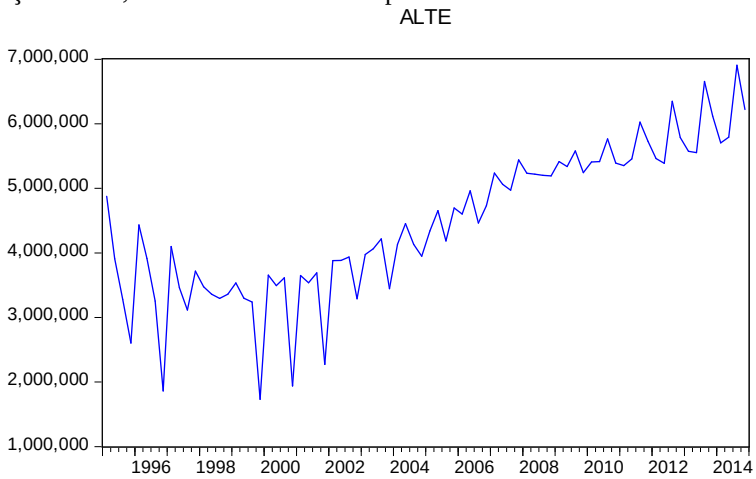


Figura 6. Evoluţia trimestrială a valorii adăugate brute în alte sectoare economice cumulativ, mii lei

Variabila dependentă ”Alte activităţi” include activităţile: hoteluri şi restaurante, activităţi financiare, tranzacţii imobiliare,administraţie publică,învăţământ, sănătate şi asistenţă socială, servicii prestate gospodăriilor populaţiei de către personalul angajat. Seria prezintă evoluţii diferite. Se observă că până în 2001 trimestrul 4 înregistra reduceri sezoniere de activitate, dar începând cu 2002 aceste reduceri sunt de circa două ori mai moderate. Totodată, diferenţa de trenduri

înregistrate până în 2000 şi după acest an face ca estimarea unui model adecvat să fie mai anevoioasă. Prin urmare, în ecuaţia modelului se vor include datele începând cu anul 2000.

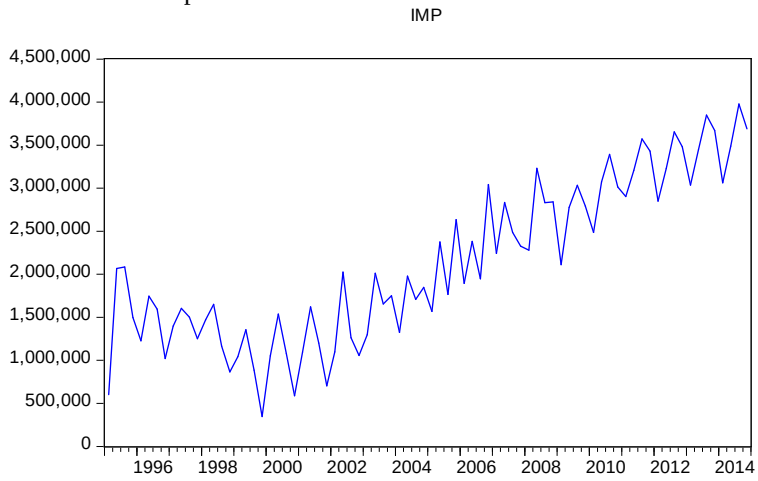


Figura 7. Evoluţia trimestrială a impozitelor nete pe produs, mii lei

Seria cronologică a impozitelor nete pe produs prezintă o evoluţie mai uniformă comparativ cu celelalte serii cronologice analizate, aceasta conţinând în componenţă trendul ascendent şi oscilaţii sezoniere trimestriale.

II. Validarea modelelor econometrice

O serie de timp se consideră ajustată calitativ atunci când reziduurile modelului urmează un proces de zgomot alb ε_t , adică descriu un proces staţionar, sunt independente şi supuse aceleiaşi legi $N(0, \sigma_\varepsilon^2)$. Pentru ajustarea factorului sezonier au fost folosit variabilele instrumentale D01, D02 şi D03, unde valori unitare sunt la trimestrelor corespunzătoare.

Ulterior, modelul adecvat trebuie să fie testat în primul rând la semnificaţia estimatorilor şi la verosimilitatea modelului.

Testul Student pentru verificarea semnificaţiei estimatorilor

Media estimatorului fiecărui parametru, în ipoteza unei estimaţii nedistorsionate, este mărimea reala a parametrului. Varianta estimatorului fiecărui parametru, în cazul unei estimaţii eficiente, depinde de împrăştierea variabilei aleatoare si de împrăştierea valorilor variabilelor factoriale. Estimatorii modelului pot fi consideraţi ca fiind semnificativ diferiţi de zero, cu un prag de semnificaţie α, dacă se verifică relaţiile:

$$t_{\hat{\alpha}_i} = \frac{|\hat{\alpha}_i|}{S_{\hat{\alpha}_i}} > t_{\alpha;v} \quad (4)$$

unde: $t_{\hat{\alpha}_i}$ - statistica $t_{calculat}$

$S_{\hat{\alpha}_i}$ - ecartul-tip al coeficientului de regresie $\hat{\alpha}_i$

$t_{\alpha;v}$ - statistica t preluată din tabelul repartiţiei Student pentru riscul erorii α şi $(n-t)$ grade de libertate.

Testul F-Fischer-Snedecor. Testarea verosimilităţi modelului

Se stabileşte ipoteza nulă (H_0), conform căreia împrăştierea valorilor ajustate ale variabilei rezultative ($\hat{y}_t$) datorită factorilor de influenţă nu diferă semnificativ de împrăştierea aceloraşi valori datorită întâmplării. Această ipoteză presupune, de fapt, că modelul este irelevant. Repartiţia pe baza căreia se efectuează acest test este cea cunoscută sub numele Fisher-Snedecor.

Modelul este valid, dacă valoarea statisticii calculate F_c este superioară valorii tabelate $F_{\alpha;i-1;n-i}$.

$$F_c = \frac{V_s^2/i-1}{V_u^2/n-i} > F_{\alpha;i-1;n-i} \quad (5)$$

unde F_c – statistica F calculată;

V_s^2 - varianţa explicată de regresie;

V_u^2 - varianţa reziduală;

i – numărul coeficienţilor de regresie;

n- numărul observaţiilor eşantionului;

$F_{\alpha;i-1;n-i}$ - statistica F tabelată, cu riscul erorii α şi $i-1;n-i$ grade de libertate;

Pentru modele adecvate obţinute se vor aplica un şir de teste asupra rezidiului:

- Jarque-Bera
- Breusch-Godfrey
- Funcţiile de autocorelare simplă şi parţială

Testul Jarque Bera

Testul Jarque Bera (JB) testează normalitatea distribuţiei, în baza abaterilor asimetriei şi kurtosi-sului de la

valoarea lor normală.

Se consideră H_0 : distribuţie normală - skewness este egal cu zero, kurtosis este egal cu zero;

H_1 : distribuţie anormală – skewness şi kurtosis semnificativ diferite de zero.

Statistica testului se calculează astfel:

$$JB = \frac{n}{6}\left(S^2 + \frac{1}{4}(K-3)^2\right) \quad (6)$$

unde s - Skewness

K - Kurtosis

k – numărul de coeficienţi estimaţi.

În ipoteza unei distribuţii normale statistica Jarque-Bera este distribuită χ^2 cu 2 grade de libertate. Probabilitatea ataşată testului reprezintă probabilitatea ca statistica Jarque-Bera să fie mai mare decât valoarea observată - ipoteza nulă. Aşadar, o probabilitate mică duce la respingerea ipotezei nule (de normalitate).

Testul Breusch-Godfrey

Testul Breusch-Godfrey testează autocorelarea erorilor, una din ipotezele clasice a modelelor econometrice. Un model adecvat nu trebuie sa sufere de autocorelaţia erorilor. Se testează dacă seria erorilor urmează regresia:

$$u_t = \rho_1 u_{t-1} + \rho_2 u_{t-2} + \cdots + \rho_p u_{t-p} + \varepsilon_t \quad (7)$$

Statistica testului se calculează astfel:

$$BG = (n-p)R^2 \quad (8)$$

unde n – numărul observărilor

p – numărul de întârzieri

R^2- coeficientul de determinaţie a regresiei (*)

Se consideră H_0 : $\rho_1 = \rho_2 = \cdots = \rho_p = 0$ - înseamnă lipsa autocorelaţiei erorilor

H_1: cel puţin un $\rho_1 \neq 0$ - erorile sunt corelate între ele

Testul Breusch-Godfrey urmează asimptotic o distribuţiei χ^2 cu p grade de libertate (p- numărul lag-urilor).

Funcţiile de autocorelare simplă şi parţială

Funcţia de autocorelare (FAC), notată $\tau_{k,}$ măsoară corelaţia seriei cu ea însăşi, cu decalare de k perioade. Formula de calcul (*)

$$\tau_k = \frac{\sum_{t=k+1}^{T} (Y_t - \bar{Y})(Y_{t-k} - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^{T} (Y_t - \bar{Y})^2} \quad (9)$$

unde: $\bar{y}$ - media seriei calculată pentru *n-k* perioade,

T – numărul de observaţii

Funcţia de autocorelaţie parţială se aseamănă funcţiei de autocorelaţie simplă, definită ca fiind calculul influenţei lui y_1 asupra lui $y_2$prin eliminarea influenţei altor variabile y_3, y_4,..., y_t.

În baza coeficienţilor de corelaţie simplă şi parţială se va decide asupra prezenţei ori lipsei staţionarităţii seriei. Atunci când se vor analiza coeficienţii autocorelaţiei reziduurilor, se va decide asupra normalităţii distribuţiei acestora. În baza corelogramei se va determina includerea componentelor AR(p) şi MA(q).

Înainte ca un model estimat să poate fi utilizat pentru simulări şi prognoze economice, este necesar să fie supus unei serii de simulări, care va indica cât de sigur este modelul şi dacă poate fi folosit pentru prognoze economice. Simulările, la care a fost supus modelul, sunt ex-post, deci, pot fi confruntate cu realitate economică. Extrapolarea sau prognoza ex-post este o simulare în afara perioadei de eşantion, dar simularea acoperă o perioadă istorică, încât datele curente sunt disponibile pentru verificare. Perioada de simulare va constituia perioada 2014T1:2014T4.

Strict vorbind, probabilitatea obţinerii unei valori în procesul de simulare, care să coincidă cu datele curente pentru orice eveniment economic, este egală cu zero. Acesta înseamnă că o extrapolare fără erori se poate întâmpla doar accidental, ceea ce înseamnă că eroarea este prezentă întotdeauna în extrapolare. Analiza atentă a erorilor oferă cele mai importante informaţii despre performanţa modelului în experimentele cu simularea ex-post.

Există mai multe mărimi descriptive, care agregă erorile de-a lungul perioadei de simulare şi arată unele dintre caracteristicile lor. Pentru validarea modelului au fost utilizate mărimile:

- Eroarea medie procentuală absolută MAPE (Mean Absolute Percentage Error)

$$MAPE = \frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T}\frac{|y_t - \hat{y}_t|}{y_t} * 100\% \quad (11)$$

unde y_t exprimă valoarea efectivă, $\hat{y}_t$ – valoarea prognozată, T – numărul perioadelor simulate. Acest indicator caracterizează exactitatea relativă a prognozei. Mărimea MAPE poate fi interpretată conform tabelului 1

Tabelul 1. Interpretarea coeficientului MAPE

MAPE	Interpretarea
<10	exactitate înaltă
10-20	exactitate bună
20-50	exactitate satisfăcătoare
>50	exactitate nesatisfăcătoare.

- Rădăcina pătratică medie procentuală a erorii RMSPE (Root Mean Square Percentage Error)

$$RMSPE = \sqrt{\frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T}\left(\frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t}\right)^2} \cdot 100\% \quad (11)$$

Scopul lui MAPE sau RMSPE este de a exprima fiecare eroare ca procent al valorilor curente ale lui y_t, pentru a compara erorile dintre diferite variabile. De asemenea, permite comparaţii ale erorilor între diferite modele.

- Coeficientul de inegalitate Theil

$$U1 = \frac{\sqrt{\frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T}(y_t - \hat{y}_t)^2}}{\sqrt{\frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T}y_t^{\,2}} + \sqrt{\frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T}\hat{y}_t^{\,2}}} \quad (12)$$

Coeficientul U1 este ales astfel, încât să normalizeze valoarea dintre 0 şi 1. Pentru o prognoză ideală U1=0, iar în cazul opus U1=1. O valoare scăzută a lui U1 indică o prognoză „precisă".

Rezultatele aplicării criteriilor de validare MAPE, RSME şi coeficientul U1 sunt afişate mai jos.

Tabelul 2. Valorile criteriilor de validare a modelelor econometrice

	Agricultura	Industrie	Comerţ	Transport		Construcţii			Alte	Impozite
				Model 1	Model 2	Model 1	Model 2	Model 3		
MAPE	12%	5%	3%	4%	4%	16%	11%	13%	2%	4%
RMSPE	14%	5%	3%	5%	4%	20%	12%	15%	2%	5%
U1	0,06	0,03	0,01	0,02	0,02	0,06	0,04	0,04	0,01	0,02

Aşadar, conform intervalelor optime de validare a modelelor şi a criteriilor de testare a reziduurilor, se vor selecta următoarele modele pentru prognoză pentru sectoarele economice considerate:

1. Agricultură

$$Log(AGR) = -0{,}3968 * D_{AGR} + AR(4) - 0{,}4729 * MA(4)$$

2. Industrie

$$IND = 1774077 + 16478{,}9 * TREND + 0{,}5499 * AR(4) + 0{,}3705 * MA(1) + 337459{,}6 * D03 - 283231{,}7 * D_{IND}$$

3. Comerţ

$$Comert = 37310{,}8 * @TREND + 0{,}8640 * AR(4) + 0{,}1843 * MA(1) - 0{,}4499 * MA(6) + 1033042 * D_{COM}$$

4. Construcţii

$$Constr = 7790{,}3 * @TREND + 0{,}7368 * AR(4) + 0{,}6607 * MA(1) + 265041 * D02 + 278377 * D03$$

5. Transporturi

$$Trans = 30011{,}5 * @TREND + 0{,}5269 * AR(4) + 252839 * D_{TRANS} + 328701 * D01 + 300676 * D03$$

6. Alte activităţi

$$Alte = 2593267 + 47026{,}1 * @TREND + 0{,}7905 * AR(4)$$

7. Impozite

$$IMP = 46403{,}3 * @TREND + 0{,}7069 * AR(4) + 0{,}3564 * MA(1) + 0{,}5842 * MA(12)$$

Partea III. Prognoza indicatorilor VAB şi PIB

În corespundere cu obiectivul prezentei lucrări au fost elaborate prognozele pentru fiecare sector economic analizat, iar în final s-a obţinut valoarea prognozată a produsului intern brut. Mai jos este afişat graficul valorilor trimestriale empirice şi cele prognozate.

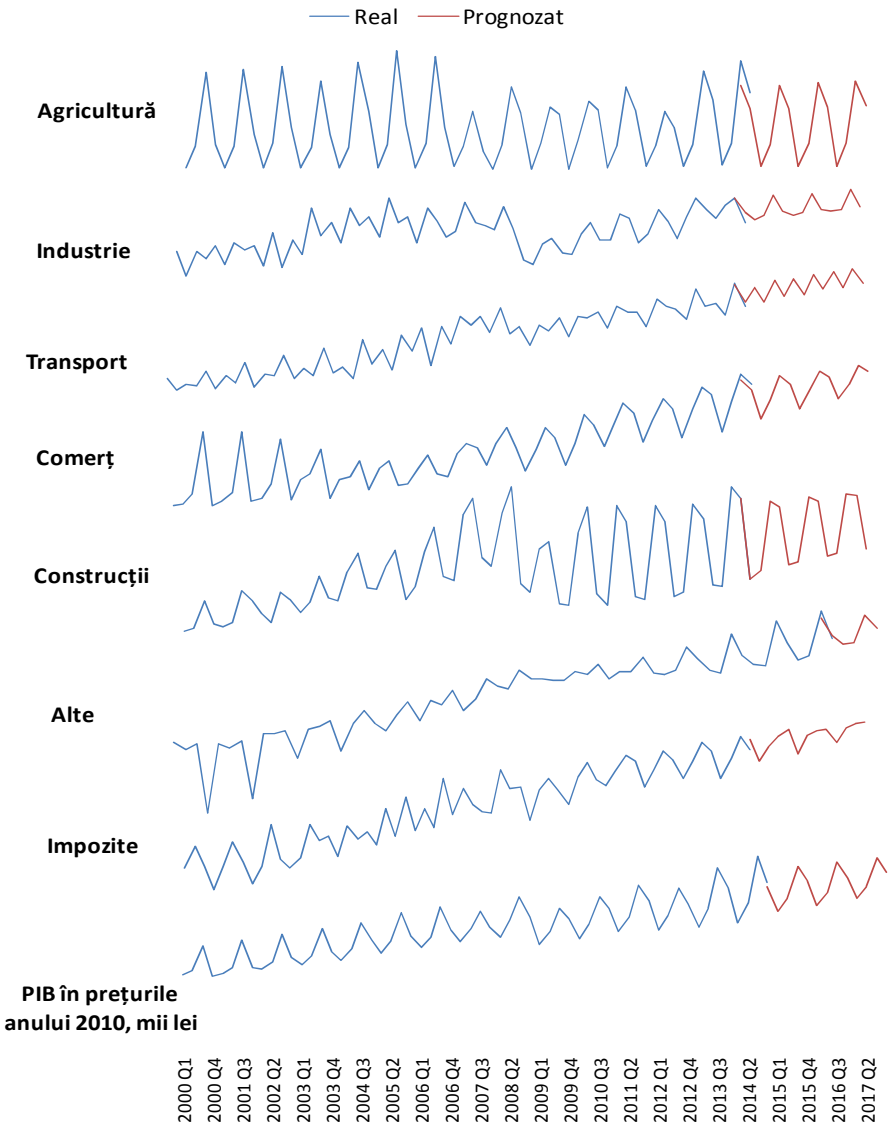


Figura 8. Reprezentarea grafică a VAB prognozat pe sectoare instituţionale, mii lei

Din câte poate fi observat modelele de prognoză continuă nu doar tendinţa indicatorilor analizaţi, ci şi caracterul oscilatoriu al acestora.

În tabelul de mai jos sunt afişate valorile absolute ale indicatorilor prognozaţi, precum şi ritmul de dinamică a acestora faţă de perioada similară a anului precedent.

Tabelul 3. Valorile prognozate ale VAB pe sectoare economice şi a PIB-ului, mii lei

Sector economic		Agricultură	Industrie	Transport	Comerţ	Construcţii	Alte activităţi	Impozite nete pe produs	PIB	Ritmul de dinamică a PIB-ului f.p.s.a.p.
Perioada de prognoză	2015 Q3	4044534,7	3219992,4	2793987,2	3459690,5	911600,1	6813882,4	3981022,1	25224709,5	-4,9%
	2015 Q4	3059564,7	2930399,3	2506893,7	3303442,1	580147,4	6494940,2	4155784,1	23031171,6	0,1%
	2016 Q1	648902,7	2851617,6	2815514,9	2840789,5	600821,4	6342845,0	3588513,2	19689004,1	4,7%
	2016 Q2	1594102,0	2915691,8	2533561,8	3162867,9	966365,7	6357417,9	4024940,9	21554947,9	4,2%
	2016 Q3	4136492,1	3267721,7	2898722,0	3554530,9	944230,6	6925654,5	4118637,3	25845989,1	2,5%
	2016 Q4	3116527,2	2964002,7	2619400,3	3424594,9	628797,3	6683358,4	4142048,5	23578729,3	2,4%
	2017 Q1	655889,3	2928093,0	2951718,0	3029907,3	646080,3	6572965,9	3864771,4	20649425,3	4,9%
	2017 Q2	1612424,8	2970747,1	2661847,3	3313274,4	987223,1	6594335,6	4186920,8	22326773,1	3,6%
	2017 Q3	4187231,4	3323636,0	3010699,9	3656766,9	976474,4	7053413,2	4266760,2	26474981,8	2,4%
	2017 Q4	3154040,6	3012148,4	2735473,5	3549566,4	672844,2	6871710,9	4296908,1	24292692,2	3,0%

BIBLIOGRAFIE

1. CAPANU I., WAGNER P., MITRUŢ C., *Sistemul conturilor naţionale şi agregatele macroeconomice*, Bucureşti, Ed.: ALL, 1994.
2. ИВАНОВА Ю. Н., *Система национальных счетов*, Финстатинформ, Москва,1996.
3. TIME SERIES. http://www.statslab.cam.ac.uk/~rrw1/timeseries/t.pdf
4. ANDREI Elena-Adriana , BUGUDUI Elena . Modelarea econometrică a seriei de timp GDP . http://store.ectap.ro/articole/652_ro.pdf
5. Site-ul oficial al Biroului Naţional de Statistică (www.statistica.md)