

**Թեմա՝ Մակրոտնտեսական ցուցանիշների կարճաժամկետ
կանխատեսման եղանակների համեմատական վերլուծություն
Հեղինակ՝ Գուրգեն Բլբուլյան Վարդանի
Ղեկավար՝ տ.գ.թ. , ասիստենտ Գասպարյան Գուրգեն Աղասու
Ուսումնական հաստատություն՝ Երևանի պետական
համալսարան
Ֆակուլտետ՝ Մաթեմատիկա և մեխանիկա
Ամբիոն՝ Ֆինանսական մաթեմատիկա
Նոյեմբեր 2019**

Համառոտ Նկարագրություն

ՀՀ ժամանակային շարքերի կարճաժամկետ կանխատեսման նպատակով օգտագործվել են ARMA մոդելավորումը, իրականացվել են սեզոնայնությունից ազատված շարքերի տարբեր կարգերի ռեգրեսիաներ, ներառելով Trend փոփոխականը: Ստացված հավասարումների հիման վրա կատարվել են կանխատեսումներ և հաշվարկվել փաստացի և գնահատված ցուցանիշների շեղումները:

Բանալի բառեր՝ ARMA մոդելավորում, թրենդով ռեգրեսիա, կարճաժամկետ կանխատեսում:

Բովանդակություն

| | |
|------------------------------------|----|
| Նախաբան | 3 |
| Տվյալների նկարագրություն | 4 |
| Մեթոդաբանություն | 6 |
| ՀՆԱ-ի կանխատեսում..... | 7 |
| Արդյունաբերության կանխատեսում..... | 9 |
| Օժանդակ արդյունքներ | 11 |
| Եզրակացություն..... | 12 |
| Գրականության ցանկ..... | 13 |

Նախաբան

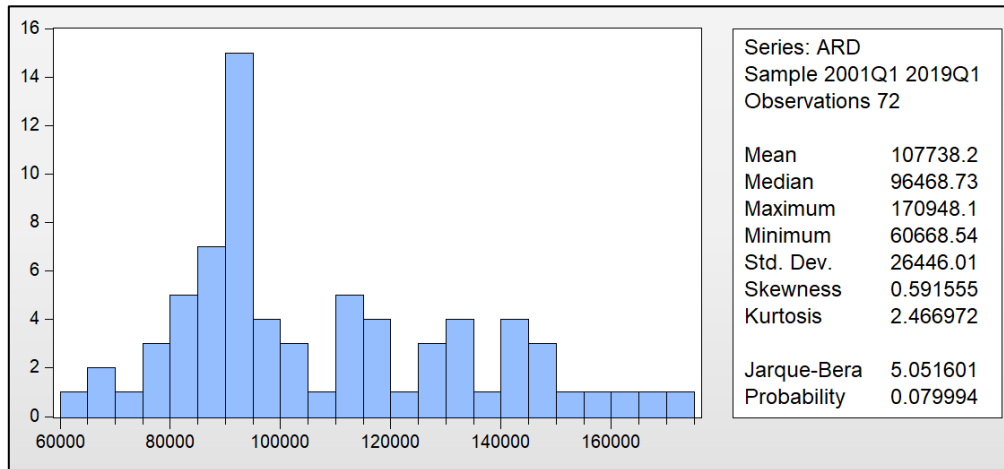
Հետազոտության ընթացքում կիրառվել են $AR(1)$, $MA(1)$, $ARMA(1,1)$, $ARMA(2,2)$, $ARMA(2,1)$, $ARMA(1,2)$ մեթոդները ՀՀ իրական ՀՆԱ-ի և իրական արդյունաբերության ժամանակային շարքերի վրա: Հետազոտության նպատակն է համեմատել վերոնշյալ մեթոդների արդյունքները երկու ժամանակային շարքերի համար և գտնել այն մեթոդը, որը հնարավորինս լավ կերպով կկանխատեսի 2019թ-ի առաջին եռամսյակի ցուցանիշները:

Հաշվարկներ կատարելիս օգտագործվել է Eviews 10 ծրագիրը:

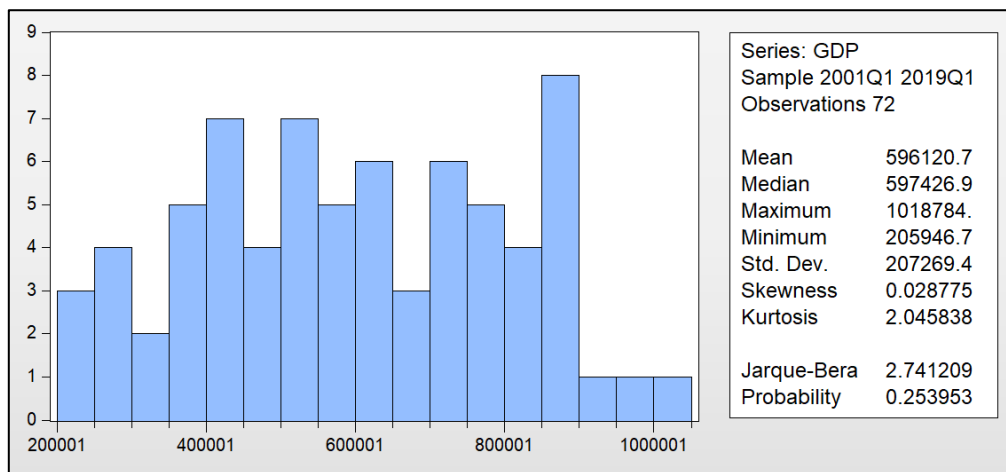
Տվյալների նկարագրություն

Հետազոտությունը կատարվել է իրական արդյունաբերության և իրական ՀՆԱ ի ժամանակյին շարքերի վրա: Որտեղ որպես բազիսային ժամանակահատված վերցված է 2000թ.-ը: Տվյալները ներառում են 2000թ.-ի առաջին եռամսյակից մինչև 2019թ.-ի առաջին եռամսյակի ցուցանիշները: Ընդհանուր առմամբ յուրաքանչյուր ժամանակային շարքում կան 73 ցուցանիշ: Մոդելները կառուցվել են առաջին 72 ցուցանիշներով և ստուգվել են վերջին եռամսյակի համար:

Ստորև ներկայացված են իրական արդյունաբերության և իրական ՀՆԱ-ի ամփոփ վիճակագրությունները:

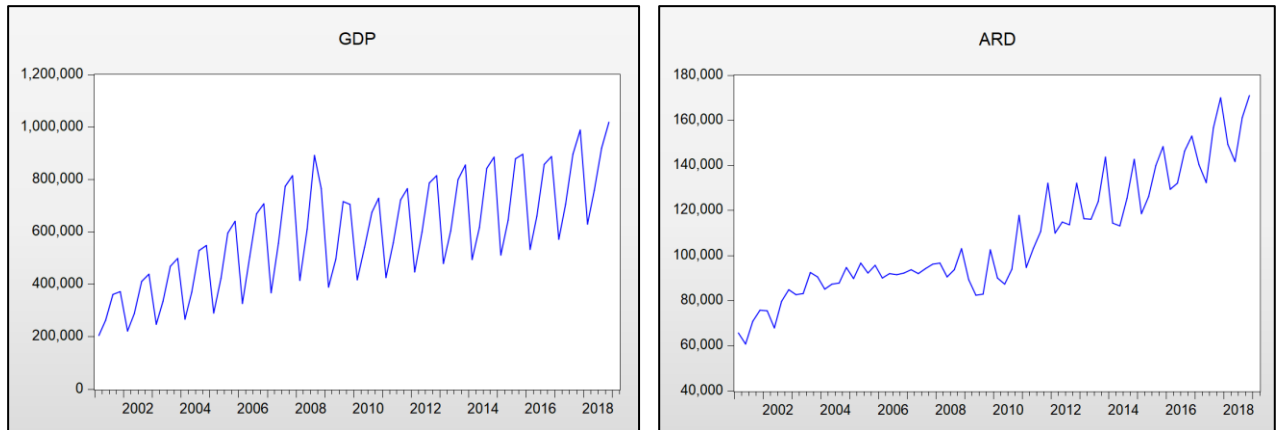


Արդյունաբերություն



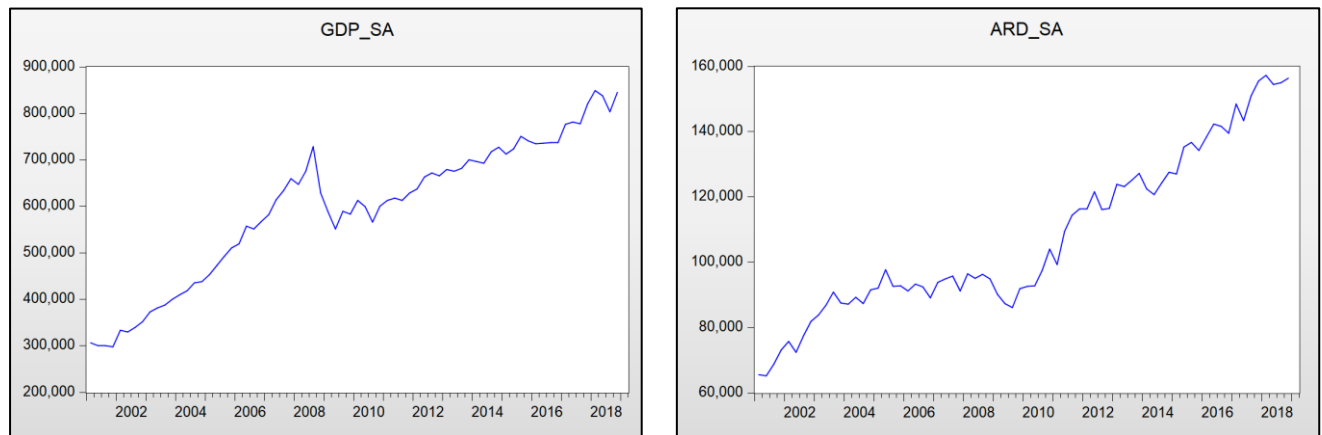
ՀՆԱ

Պատկերը ավելի հստակեցնելու համար ներկայացնենք ժամանակային շարքերի գրաֆիկները:



Ինչպես տեսնում ենք երկու ժամանակային շարքերում էլ առկա են սեզոնայնություններ: Կիրառելով Census X-12՝ մեթոդը շարքերից հեռացվել է սեզոնայնությունը և միառժամանակ ստեղծվել է սեզոնայնության գործակիցների շարք, որը հետագայում կօգտագործենք որպեսզի կանխատեսման արդյունքում ստանանք փաստացի թվերը:

Սեզոնայնությունը հեռացնելուց հետո շարքերը ունեն հետևյալ տեսքը:



ՀՆԱ առանց սեզոնայնության

Արդյունաբերություն առանց սեզոնայնության

Մեթոդաբանություն

Հետազոտությունը իրականացվել է AR(p), MA(q) և ARMA(p,q) մեթոդներով:

AR(p) մոդելի ժամանակ t-րդ ժամանկահատվածի արդյունքի կանխատեսումը կատարվում է հետևյալ բանաձևով:

$$y_t = a_0 + \sum_{i=1}^p a_i y_{t-i} + \varepsilon_t$$

Որտեղ՝ y_{t-i} -ն $t-i$ -րդ տարվա ցուցանիշն է:

ε_t -ն սպիտակ աղմուկ է

MA(q) մոդելի ժամանակ t-րդ ժամանկահատվածի արդյունքի կանխատեսումը կատարվում է հետևյալ բանաձևով:

$$y_t = a_0 + \sum_{i=0}^q \beta_i \varepsilon_{t-i}$$

Որտեղ $\{\varepsilon_t\}$ հաջորդականությունը սպիտակ աղմուկ պրոցես է: Այսինքն՝

$$E(\varepsilon_t) = E(\varepsilon_{t-1}) = \dots = 0$$

$$var(\varepsilon_t) = var(\varepsilon_{t-1}) = \dots = \sigma^2$$

$$cov(\varepsilon_t, \varepsilon_{t-s}) = cov(\varepsilon_{t-j}, \varepsilon_{t-j-s}) = 0$$

Բոլոր t, j, s թվերի համար

ARMA(p,q) մոդելի ժամանակ t-րդ ժամանկահատվածի արդյունքի կանխատեսումը կատարվում է հետևյալ բանաձևով:

$$y_t = a_0 + \sum_{i=1}^p a_i y_{t-i} + \sum_{i=0}^q \beta_i \varepsilon_{t-i}$$

ՀՆԱ-ի կանխատեսում

Կիրառելով AR(1), MA(1), ARMA(1,1), ARMA(2,2), ARMA(2,1), ARMA(1,2) մոդելները ՀՆԱ(առանց սեզոնայնության) ցուցանիշի համար՝ լավագույն արդյունքները տվեցին AR(1), MA(1) մոդելները:

Ստորև ներկայացված են AR(1), MA(1) մոդելների ստացված արդյունքները:

| Dependent Variable: GDP_SA Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH) Date: 11/18/19 Time: 10:30 Sample: 2001Q1 2018Q4 Included observations: 72 Convergence achieved after 38 iterations Coefficient covariance computed using outer product of gradients | | | | |
|--|-------------|-----------------------|-------------|--------|
| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
| @TREND | 7184.143 | 1037.083 | 6.927258 | 0.0000 |
| C | 336603.1 | 51986.08 | 6.474871 | 0.0000 |
| AR(1) | 0.876122 | 0.036642 | 23.91038 | 0.0000 |
| SIGMASQ | 4.83E+08 | 62027853 | 7.792852 | 0.0000 |
| R-squared | 0.978782 | Mean dependent var | 594799.3 | |
| Adjusted R-squared | 0.977846 | S.D. dependent var | 151994.4 | |
| S.E. of regression | 22623.17 | Akaike info criterion | 22.96556 | |
| Sum squared resid | 3.48E+10 | Schwarz criterion | 23.09204 | |
| Log likelihood | -822.7600 | Hannan-Quinn criter. | 23.01591 | |
| F-statistic | 1045.614 | Durbin-Watson stat | 1.896525 | |
| Prob(F-statistic) | 0.000000 | | | |
| Inverted AR Roots | .88 | | | |

| Dependent Variable: GDP_SA Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH) Date: 11/18/19 Time: 10:45 Sample: 2001Q1 2018Q4 Included observations: 72 Convergence achieved after 29 iterations Coefficient covariance computed using outer product of gradients | | | | |
|--|-------------|-----------------------|-------------|--------|
| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
| @TREND | 6937.340 | 435.3749 | 15.93417 | 0.0000 |
| C | 348708.0 | 14772.62 | 23.60502 | 0.0000 |
| MA(1) | 0.783806 | 0.056790 | 13.80173 | 0.0000 |
| SIGMASQ | 9.66E+08 | 1.61E+08 | 6.010428 | 0.0000 |
| R-squared | 0.957577 | Mean dependent var | 594799.3 | |
| Adjusted R-squared | 0.955705 | S.D. dependent var | 151994.4 | |
| S.E. of regression | 31989.28 | Akaike info criterion | 23.65138 | |
| Sum squared resid | 6.96E+10 | Schwarz criterion | 23.77786 | |
| Log likelihood | -847.4495 | Hannan-Quinn criter. | 23.70173 | |
| F-statistic | 511.6312 | Durbin-Watson stat | 1.146930 | |
| Prob(F-statistic) | 0.000000 | | | |
| Inverted MA Roots | -.78 | | | |

| Dependent Variable: GDP_SA Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH) Date: 11/18/19 Time: 11:29 Sample: 2001Q1 2018Q4 Included observations: 72 Convergence achieved after 44 iterations Coefficient covariance computed using outer product of gradients | | | | |
|--|-------------|-----------------------|-------------|--------|
| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
| @TREND | 7171.145 | 1033.622 | 6.937881 | 0.0000 |
| C | 337479.0 | 51068.96 | 6.608299 | 0.0000 |
| AR(2) | 0.760160 | 0.069362 | 10.95928 | 0.0000 |
| MA(1) | 0.945775 | 0.049585 | 19.07399 | 0.0000 |
| SIGMASQ | 4.73E+08 | 69565978 | 6.803294 | 0.0000 |
| R-squared | 0.979225 | Mean dependent var | 594799.3 | |
| Adjusted R-squared | 0.977985 | S.D. dependent var | 151994.4 | |
| S.E. of regression | 22552.10 | Akaike info criterion | 22.97550 | |
| Sum squared resid | 3.41E+10 | Schwarz criterion | 23.13360 | |
| Log likelihood | -822.1181 | Hannan-Quinn criter. | 23.03844 | |
| F-statistic | 789.5185 | Durbin-Watson stat | 1.989113 | |
| Prob(F-statistic) | 0.000000 | | | |
| Inverted AR Roots | .87 | -.87 | | |
| Inverted MA Roots | -.95 | | | |

Մոդելները կիրառելով 2000թ-ի առաջին եռամսյակից մինչև 2018թ-ի չորրորդ եռամսյակի տվյալների վրա ստացվել են այս արդյունքները: ՀՆԱ 2019թ-ի առաջին եռամսյակի իսկան ցուցանիշը կազմել է 676166.4354 մլն. դրամ: Սեզոնայնությունը տարանջատելու ժամանակ սեզոնայնության 2018թ-ի առաջին եռամսյակի գործակիցը

կազմել է 0.742992373666537: Կիրառելով ստատիկ կանխատեսման մեթոդը 2019թ-ի առաջին եռամսյակի ցուցանիշը (առանց սեզոնայնության) ստացվել է 852092.5136236818 AR(1) մոդելի համար, իսկ MA(1)-ի համար 868409.1277849121: Այս ցուցանիշները բազմապատկելով սեզոնայնության գործակցով և հաշվելով ՀՆԱ-ի իրական գործակցից տոկոսային շեղումը, ստացվել է -6.369% AR(1)-ի պարագայում և -4.577% MA(1)-ի պարագայում: Եվ փորձելով հետևյալ մոդելը՝ ստացվեց, որ շեղումը ստացվում է -6.1%:

Արդյունաբերության կանխատեսում

Արդյունաբերության պարագայում լավագույն արդյունքները տվեցին AR(1), MA(1), ARMA(1,1) մոդելները:

Ստորև ներկայացնենք արդյունքները:

| Dependent Variable: ARD_SA Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH) Date: 11/15/19 Time: 20:38 Sample: 2001Q1 2018Q4 Included observations: 72 Convergence achieved after 3 iterations Coefficient covariance computed using outer product of gradients | | | | |
|---|-------------|-----------------------|-------------|--------|
| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
| @TREND | 1198.846 | 181.3285 | 6.611457 | 0.0000 |
| C | 65567.45 | 8940.065 | 7.334113 | 0.0000 |
| AR(1) | 0.872882 | 0.054902 | 15.89901 | 0.0000 |
| SIGMASQ | 12663839 | 2692919. | 4.702643 | 0.0000 |
| R-squared | 0.979590 | Mean dependent var | 107592.2 | |
| Adjusted R-squared | 0.978689 | S.D. dependent var | 25083.83 | |
| S.E. of regression | 3661.799 | Akaike info criterion | 19.32318 | |
| Sum squared resid | 9.12E+08 | Schwarz criterion | 19.44966 | |
| Log likelihood | -691.6346 | Hannan-Quinn criter. | 19.37353 | |
| F-statistic | 1087.878 | Durbin-Watson stat | 2.282616 | |
| Prob(F-statistic) | 0.000000 | | | |
| Inverted AR Roots | .87 | | | |

| Dependent Variable: ARD_SA Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH) Date: 11/16/19 Time: 12:53 Sample: 2001Q1 2018Q4 Included observations: 72 Convergence achieved after 33 iterations Coefficient covariance computed using outer product of gradients | | | | |
|--|-------------|-----------------------|-------------|--------|
| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
| @TREND | 1146.775 | 58.31162 | 19.66632 | 0.0000 |
| C | 66919.92 | 2461.684 | 27.18462 | 0.0000 |
| MA(1) | 0.681133 | 0.099085 | 6.874229 | 0.0000 |
| SIGMASQ | 27100931 | 5092574. | 5.321657 | 0.0000 |
| R-squared | 0.956321 | Mean dependent var | 107592.2 | |
| Adjusted R-squared | 0.954394 | S.D. dependent var | 25083.83 | |
| S.E. of regression | 5356.781 | Akaike info criterion | 20.07273 | |
| Sum squared resid | 1.95E+09 | Schwarz criterion | 20.19921 | |
| Log likelihood | -718.6182 | Hannan-Quinn criter. | 20.12308 | |
| F-statistic | 496.2732 | Durbin-Watson stat | 1.162011 | |
| Prob(F-statistic) | 0.000000 | | | |
| Inverted MA Roots | -.68 | | | |

| Dependent Variable: ARD_SA Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH) Date: 11/15/19 Time: 20:45 Sample: 2001Q1 2018Q4 Included observations: 72 Convergence achieved after 16 iterations Coefficient covariance computed using outer product of gradients | | | | |
|--|-------------|-----------------------|-------------|--------|
| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
| @TREND | 1219.171 | 223.8574 | 5.446196 | 0.0000 |
| C | 65070.51 | 11650.18 | 5.585368 | 0.0000 |
| AR(1) | 0.917924 | 0.056740 | 16.17763 | 0.0000 |
| MA(1) | -0.199232 | 0.129488 | -1.538609 | 0.1286 |
| SIGMASQ | 12247337 | 2785962. | 4.396090 | 0.0000 |
| R-squared | 0.980261 | Mean dependent var | 107592.2 | |
| Adjusted R-squared | 0.979082 | S.D. dependent var | 25083.83 | |
| S.E. of regression | 3627.853 | Akaike info criterion | 19.31822 | |
| Sum squared resid | 8.82E+08 | Schwarz criterion | 19.47632 | |
| Log likelihood | -690.4558 | Hannan-Quinn criter. | 19.38116 | |
| F-statistic | 831.8182 | Durbin-Watson stat | 1.993026 | |
| Prob(F-statistic) | 0.000000 | | | |
| Inverted AR Roots | .92 | | | |
| Inverted MA Roots | .20 | | | |

Իրական արդյունաբերության իրական ցուցանիշը 2019թ-ի առաջին եռամսյակում կազմել է 149756.5687 մլն. դրամ: 2018թ-ի առաջին եռամսյակի սեզոնայնության գործակիցը կազմել է 0.949201192389501: Ստատիկ կանխատեսման մեթոդով 2019թ-ի առաջին եռամսյակի արդյունաբերության(առանց սեզոնայնության) ցուցանիշը կազմել է, AR(1) մոդելի դեպքում՝ 156816.8881547959, MA(1) մոդելի դեպքում՝ 151933.4755009378, ARMA(1,1) մոդելի դեպքում՝ 157097.9544232679: ԵՎ բազմապատկելով սեզոնայնության

գործակիցներով և հաշվելով իրական ցուցանիշից տոկոսային շեղումը՝ ստացվել է, AR(1)-ի պարագայում -0.605%, MA(1)-ի պարագայում -3.7%, ARMA(1,1)-ի պարագայում -0.427%:

Օժանդակ արդյունքներ

Փորձերի ժամանակ իհայտ եկավ մոդել, որը բավականին լավ է կանխատեսում և՛ ՀՆԱ-ի, և՛ արդյունաբերության ցուցանիշը:

Մոդելը հետևյալն է՝

$$y_t = a_0 + a_2 y_{t-2} + \varepsilon_t + \beta_1 \varepsilon_{t-1}$$

Ստորև ներկայացված են արդյունքները:

| Dependent Variable: ARD_SA Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH) Date: 11/14/19 Time: 00:14 Sample: 2001Q1 2018Q4 Included observations: 72 Convergence achieved after 33 iterations Coefficient covariance computed using outer product of gradients | | | | |
|--|-------------|-----------------------|-------------|--------|
| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
| @TREND | 1198.859 | 174.5380 | 6.868757 | 0.0000 |
| C | 65556.95 | 8502.741 | 7.710096 | 0.0000 |
| AR(2) | 0.755550 | 0.100685 | 7.504079 | 0.0000 |
| MA(1) | 0.835467 | 0.071880 | 11.62306 | 0.0000 |
| SIGMASQ | 12654034 | 2756127. | 4.591237 | 0.0000 |
| R-squared | 0.979605 | Mean dependent var | 107592.2 | |
| Adjusted R-squared | 0.978388 | S.D. dependent var | 25083.83 | |
| S.E. of regression | 3687.596 | Akaike info criterion | 19.34956 | |
| Sum squared resid | 9.11E+08 | Schwarz criterion | 19.50766 | |
| Log likelihood | -691.5843 | Hannan-Quinn criter. | 19.41250 | |
| F-statistic | 804.5455 | Durbin-Watson stat | 2.211951 | |
| Prob(F-statistic) | 0.000000 | | | |
| Inverted AR Roots | .87 | -.87 | | |
| Inverted MA Roots | -.84 | | | |

| Dependent Variable: GDP_SA Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH) Date: 11/18/19 Time: 11:29 Sample: 2001Q1 2018Q4 Included observations: 72 Convergence achieved after 44 iterations Coefficient covariance computed using outer product of gradients | | | | |
|--|-------------|-----------------------|-------------|--------|
| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
| @TREND | 7171.145 | 1033.622 | 6.937881 | 0.0000 |
| C | 337479.0 | 51068.96 | 6.608299 | 0.0000 |
| AR(2) | 0.760160 | 0.069362 | 10.95928 | 0.0000 |
| MA(1) | 0.945775 | 0.049585 | 19.07399 | 0.0000 |
| SIGMASQ | 4.73E+08 | 69565978 | 6.803294 | 0.0000 |
| R-squared | 0.979225 | Mean dependent var | 594799.3 | |
| Adjusted R-squared | 0.977985 | S.D. dependent var | 151994.4 | |
| S.E. of regression | 22552.10 | Akaike info criterion | 22.97550 | |
| Sum squared resid | 3.41E+10 | Schwarz criterion | 23.13360 | |
| Log likelihood | -822.1181 | Hannan-Quinn criter. | 23.03844 | |
| F-statistic | 789.5185 | Durbin-Watson stat | 1.989113 | |
| Prob(F-statistic) | 0.000000 | | | |
| Inverted AR Roots | .87 | -.87 | | |
| Inverted MA Roots | -.95 | | | |

ՀՆԱ-ի պարագայում տոկոսային շեղումը իրականից կազմում է՝ -6.1%, իսկ արդյունաբերության պարագայում՝ -0.474%:

Եզրակացություն

Կիրառելով ARMA մոդելներ՝ ՀՆԱ-ի համար լավագույն արդյունքները տվեցին AR(1) և MA(1) մոդելները, որոնց արդյունքում իրական ցուցանիշից շեղումները համապատասխանաբար տվեցին -6.369% և -4.577%: Արդյունաբերության համար լավագույն արդյունքները տվեցին AR(1), MA(1), ARMA(1,1) մոդելները, որոնց շեղումները իրական արդյունքից տվեցին համապատասխանաբար՝ -0.605%, -3.7% և -0.427%: Եվ կիրառելով ավտերնատիվ մեթոդ երկու ժամանակային շարքերի վրա՝ ՀՆԱ-ի համար իրական ցուցանիշից շեղումը տվեց -6.1% և արդյունաբերության պարագայում -0.474%:

Արդյունքում ՀՀ մակրոտնտեսական այն ցուցանիշների համար, որոնք ունեն վառ արտահայտված սեզոնայնություն և թրեդայնություն, կիրառելով այս մեթոդները կստանանք իրատեսական կանխատեսումներ:

Գրականության ցանկ

Enders, Walter. *Applied econometric time series*. John Wiley & Sons, 2014.

Wooldridge, Jeffrey M. *Introductory econometrics: A modern approach*. Nelson Education, 2016.