



ҚАЗАҚСТАН ҰЛТТЫҚ БАНКІ

ҚАЗАҚСТАНДА ҚЫСҚАМЕРЗІМДІ ЭКОНОМИКАЛЫҚ ИНДИКАТОРДЫ МОДЕЛЬДЕУ

Зерттеулер және статистика департаменті
Экономикалық зерттеу №2017-6

Жүзбаев Адам

Қазақстан Республикасы Ұлттық Банкінің (бұдан әрі – ҚРҰБ) экономикалық зерттеулері мен талдамалық жазбалары ҚРҰБ зерттеулерінің, сондай-ақ ҚРҰБ қызметкерлерінің басқа да ғылыми-зерттеу жұмыстарының нәтижелерін таратуға арналған. Экономикалық зерттеулер пікірсайыстарға ынталандыру үшін таратылады. Құжатта білдірілген пікірлер автордың жеке ұстанымын білдіреді және ҚРҰБ ресми ұстанымымен сәйкес келмеуі мүмкін.

Қазақстанда қысқамерзімді экономикалық индикаторды үлгілеу

2017 жылғы маусым

NBRK – WP – 2017 – 6

© Қазақстан Республикасының Ұлттық Банкі

Қазақстанда қысқамерзімді экономикалық индикаторды модельдеу

Жүзбаев Адам¹

Аннотация

Қазақстанда қысқамерзімді экономикалық индикатор ЖІӨ-нің прокси көрсеткіші болып табылады және экономикалық агенттерді экономикалық белсенділік динамикасы туралы шұғыл ақпаратпен қамтамасыз ету үшін қызмет етеді. Қысқамерзімді экономикалық индикаторды есептеу (бұдан әрі – ҚЭИ) ЖІӨ-нің 60% астамын құрайтын мынадай негізгі салалары бойынша шығару индекстерінің өзгеруіне негізделеді: өнеркәсіп, құрылыс, ауыл шаруашылығы, сауда, көлік және байланыс.

Бұл жұмыста мынадай 4 тәсіл қолданыла отырып ҚЭИ үлгілеуге талдау жасалды: ең кіші квадраттар әдісі (OLS) бойынша факторлық регрессиялық модельдер, Бокс-Дженкинс әдіснамасына (ARIMA) негізделген өзгермелі орташа мәннің – авторегрессияның ықпалдасқан модельдері, байес тәсілі (BVAR) негізінде алдын ала берілген априорлық бөлу көмегімен белгісіз параметрлер туралы көп ақпаратты ықшамдауға мүмкіндік беретін векторлық авторегрессиялық модельдер, сондай-ақ жоғарыда көрсетілген үш әдіс болжамдарының (RMSE) қателерін саралайтын құрама болжамдау тәсілі. Орташа шаршылық қатені (MSE), орташа абсолюттік қатені (MAE), орташа абсолюттік қатені (MAPE) және Тейл теңсіздік коэффициентін (Theil Inequality Coefficient) талдау тұрғысынан модельдерді болжамдық бағалау сапасының нәтижелері шығарылды. Сонымен қатар, дамыған және дамушы елдердегі экономикалық көрсеткіштерді үлгілеу мен болжаудың халықаралық тәжірибесі зерттелді.

Негізгі сөздер: ҚЭИ, байес тәсілі негізіндегі векторлық авторегрессиялық модельдер, авторегрессияның – өзгермелі орташа мәннің модельдері, ең аз шаршы әдісі бойынша факторлық регрессиялық модельдер, болжам қатесі, RMSE, MAPE, MAE, MSE.

JEL жіктелімі: C32; C51; E23.

¹Жүзбаев Адам – жетекші маман-талдаушы, Макроэкономикалық болжау және мониторинг басқармасы, Зерттеулер және статистика департаменті, Қазақстан Республикасының Ұлттық Банкі. E-mail: Adam.Zhuzbayev@nationalbank.kz

Мазмұны

Кіріспе	3
Әдебиеттерге шолу.....	3
Зерттеу әдіснамасы және бастапқы деректер.....	6
Нәтижелерді талқылау.....	11
Қорытынды.....	15
Әдебиеттер тізімі.....	16
Қосымша	17

1. Кіріспе

Макроэкономикалық ауыспалыларды болжау кезіндегі негізгі проблемалардың бірі – уақыт қатарларының жетіспеушілігі болып табылады, бұл жайт оларды эмпирикалық бағалауды күрделі міндет етеді. Экономикалық белсенділіктің серпінін шұғыл болжамдық бағалаудың болмау жағдайында оларды болжау қажеттілігі туындайды.

Осылайша, ҚЭИ бойынша деректердің бір айлық кезеңділігін, сондай-ақ ЖІӨ бойынша нақты деректердің уақыт жағынан елеулі түрде кешеуілдеп шығатынын (өндіріс әдісі бойынша есепті кезең аяқталғаннан кейін шамамен 1,5 ай) ескерсек, ҚЭИ-ді болжау экономикалық белсенділіктің серпінін шұғыл бағалау алуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, осы зерттеуде пайдаланылған эконометриялық модельдік аппарат ЖІӨ-ні болжаудың сателлиттік модельдері үшін cross-check талдау құралы ретінде қолданылуы мүмкін.

Осы жұмыстың бұдан кейінгі құрылымы әдебиетке шолумен, модельдердің әдіснамасын және пайдаланылатын бастапқы деректерді сипаттаумен, сондай-ақ алынған нәтижелерді талқылаумен берілген.

2. Әдебиетке шолу

Қазіргі кезде әдебиетте бір айлық жиіліктегі ЖІӨ-нің прокси көрсеткіштерін үлгілеу мен болжауға байланысты зерттеулердің тапшы екені байқалады. Зерттеулердің басым көпшілігі ЖІӨ-ге тікелей немесе жанама әсер ететін сыртқы және ішкі факторларды зерттеуге бағытталған.

Li Zeng (2011) Оңтүстік Кореяның ЖІӨ болжаудағы әр түрлі тәсілдерді бағалайды және модельдік аппараттың тиімділігі тендеуге енгізілген регрессорларға ғана емес, сондай-ақ үлгілеу кезінде қолданылатын болжау әдістеріне де байланысты болатынын анықтады. Сонымен қатар, түсіндірме ауыспалы мәндердің соңғы бақылауларын енгізу болжамдық бағалардың сапасын жақсартуға әр кезде әсерін тигізеді деп айта алмаймыз. Әр түрлі әдістерді бағалаудың нәтижелері уақыт өте келе өзгеріп отырады, бұл модельдік аппаратты кезең-кезеңімен жаңартып отыру қажет екенін куәландырады. ЖІӨ-нің жекелеген компоненттерінің құрылымдық өзгеріске сәйкес келмейтін уақыт бөліктеріндегі болжамдарының жоғары дәлдігіне қарамастан, AR және LAG² сияқты уақыт қатарларының жай модельдері ЖІӨ-ні компоненттер бойынша бағалаумен салыстырғанда жақсы нәтижелер көрсетеді. Осылайша, факторлық модельдердің уақыт қатарларының модельдерінен айқын басымдықтарының жоқ екені туралы қорытынды жасалды.

Varhoumi K., Venk S. және басқалар (2008) 10 еуропалық ел үшін көп деректер жинай отырып ауқымды болжамдық бағалау жүргізген. Жай

² Түсіндірме ауыспалы мәндердің өздерінің алдыңғы мәндеріне тәуелділігін болжайтын бір өлшемді регрессиялық модель

тоқсандық модельдер ерте бағалаулар және тоқсандық ЖІӨ-нің қысқамерзімді болжамдарын алу үшін ай сайынғы деректер пайдаланылатын модельдермен салыстыру жасалған. Модельдердің осы түрлерінің құрамында сондай-ақ байланыс теңдеулерінің дәстүрлі модельдері, деректердің синхрондалмаған релиздерін өңдеу үшін бейімдендірілген факторлық модельдер де пайдаланылған еді. Осы зерттеудің нәтижелері тоқсандық модельдермен салыстырғанда бір айлық деректерді пайдаланатын модельдердің ең жақсы болжамдық сапасын көрсетті. Сонымен қатар, авторлар модельдік бағалау жасау үшін тоқсандық деректермен бірдей бір айлық деректерді трансформациялау және пайдалану үшін факторларды пайдалану Еуропа елдерінің арасында одан әрі зерттеу жүргізу үшін объект болуға тиіс екенін атап өтті.

Leboeuf M., Morel L. (2014) Еуроаймақ және Жапония елдер үшін MIDAS негізінде ЖІӨ қысқамерзімді бағалау және болжау модельді құрады. Нәтижелер жеке айлық көрсеткіштер қысқа мерзімді перспективада ЖІӨ өсуін дұрыс айтады. PMI³ бизнес циклінің ауыспалылары нақты деректер болмағанда алдын ала екі тоқсанға жоғары дәлдікпен ЖІӨ өсуін жобалауға мүмкіндік береді. ЖІӨ нақты өсуін алғаш бағалауды жариялау күніне жақындаған сайын, экономиканың нақты секторының жекелеген көрсеткіштері бойынша нақты деректер болады (мысалы, өнеркәсіптік өндіріс, үй шаруашылығының тұтынуы және автокөлікті құралдарын тіркеу). Жекелеген нақты деректерге негізделген болжамдарда ағымдағы тоқсандағы ЖІӨ өсуін болжауға арналған тиімді ақпарат болады, атап айтқанда Еуроаймақта өнеркәсіптік өндіріс маңызды түсіндірілген ауыспалы болып табылады, а Жапонияда тұтынудың көрсеткіштері маңызды түсіндірілген ауыспалы болып табылады. Одан басқа, болжалды орташаландырудың қарапайым әдісі ЖІӨ қысқа мерзімді болжаудың аралас құралдарын құру үшін тәуелді ауыспалылардың болжамдары біріктірілді. Жекелеген модельдерді болжаулардың нәтижелерімен салыстырғанда аралас әдіс негізінде болжамның дәлдігі көрсетілген.

А. Поршаков, Е. Дерюгина және басқалар (2015) айлық деректерді тоқсандық өзгертумен ЖІӨ бағалау және болжау үшін динамикалық факторлық модель пайдаланды. Ауыспалылар тобы үшін (3 топ: нақты сектор көрсеткіштер, қаржы секторының және сыртқы нарықтың көрсеткіштері, іскерлік белсенділіктің көрсеткіштері) Калман сүзгісінде және бас компонент әдісіне негізделген жекелеген динамикалық факторлық модель құрылады. Осы эконометрикалық модельдердің сыныбы бұл ретте «мөлшерлілік кедергісін» айнала отырып, ауыспалылардың үлкен мөлшеріндегі ақпаратын пайдалануға мүмкіндік береді.

$$X_t^j = A * F_t^j + \varepsilon_t^j,$$

³ PMI – экономиканың нақты секторындағы үрдістер туралы сапалы ақпарат беретін іскерлік белсенділіктің озық индикаторы. Индекс өндірістік секторда жана тапсырыстар саласындағы өзгерістерді бағалауды, өнеркәсіптік өндіріс көлемі, шұғылдану деңгейі, тауар қоры, сондай-ақ жеткізушілердің жұмыс сапасы (шұғылдығы).

$$\begin{aligned}
 F_t^j &= B^j * F_{t-1}^j + u_t^j, \\
 E(\varepsilon_t^j) &= E(u_{t-1}^j) = 0, \\
 E(\varepsilon_t^j \varepsilon_t^{j'}) &= \Sigma^j, \\
 E(u_t^j u_t^{j'}) &= \Omega^j,
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

мұнда X_t^j айына t макрокөрсеткіштердің векторы болып табылады, j тобын құрайтын, а F_t^j ауыспалылардың жекелеген топтарын көрсететін фактордың векторы болып табылады. Факторлардың саны ауыспалылардың жалпы шашырауын едәуір түсіндіре алатындай анықталуға тиіс. Бұдан әрі динамикалық факторлық моделінің негізінде осы тоқсанның аяғына дейін бақыланбайтын факторларды болжау жүргізіледі. Келесі кезең ЖІӨ және факторлар арасында байланыстыратын теңеуді құру (bridge equation) болып табылады.

Одан басқа, Е. Дерюгина, А. Пономаренко (2015) қысқа уақыттық қатарлар талаптарында көрсеткіштерінің маңызды санын бір мезгілде модельдегенде сенімді нәтижелер алуға мүмкіндік беретін Ресей экономикасы үшін үлкен байес векторлық авторегрессиялық модель құрылған. Нақты, бағалау, монетарлық және сыртқы секторлардың 14 көрсеткіштердің бар BVAR модель бағаланған. Алынған нәтижелер (жылдам келтіру проблемалары болмауы жағдайында рекурсивті болжау қолайлығы, болжалды бағалаудың сенімділігі) Ресей экономикасының көрсеткіштерін моделдеу және болжау үшін осы әдіснаманың қолданылатынын растады.

Stock J., Watson M. (2004) 7 елдің: Канада, Франция, Германия, Италия, Жапония, Ұлыбритания, АҚШ мысалында авторегрессиялық модельдер мен аралас тәсілдің түрлі әдістерінің болжалды сапаларын салыстырған. Бұл ретте салмақтаудың күрделі әдістерімен салыстырғанда simple mean, trimmed mean салмақтаудың қарапайым сызбалары жалған таңдауда бағалау дәлдігі бойынша артықшылықты болған («жаңа» бақылауларға артық салмақ беру, уақыт бойынша салмақты едәуір өзгерту және т.б.). Одан басқа, болжаудың аралас әдісі динамикалық факторлық модельмен салыстырғанда дәлірек болжау бағалауларын көрсетті. Осы жайт динамикалық факторлық модельді бағалауға енгізілетін ұзақ тарихи қатарлардың болу қажеттігімен түсіндіріледі.

3. Зерттеу әдіснамасы және бастапқы деректер

Нақты, ақша-кредиттік және сыртқы секторға енгізілетін (1 кесте) Жиынтық 8 айлық көрсеткіш.

1-кесте. Бастапқы деректер

Санат	Көрсеткіш
Нақты сектордың көрсеткіштері	КЭИ Өңделмеген мұнай және газ конденсатын өндіру көлемі Негізгі капиталға инвестициялар Нақты жалақы индексі
Ақша-кредиттік сектордың көрсеткіштері	Ақша массасы (M2) Заңды тұлғаларды кредиттеу бойынша пайыздық мөлшерлеме
Сыртқы сектордың көрсеткіштері	ЕО елдерінің өнеркәсіптік өндірісінің индексі Металдарға бағалар индексі Brent маркалы мұнайдың бағасы

*Дереккөздері: автор ҚР ҰЭМ СК, ҚРҰБ, Еуростат, IndexMundi деректері негізінде құраған

Ауыспалы нақты секторға КЭИ, өңделмеген мұнай және газ конденсатын өндіру көлемі, негізгі капиталға инвестициялар, нақты жалақы индексі жатады. Ақша-кредиттік сектордың көрсеткіштері ақша массасы болып табылады (M2) және заңды тұлғалар пайыздық мөлшерлеме. Сыртқы сектордың көрсеткіштеріне ЕО елдерінің өнеркәсіптік өндірісінің индексі, металдарға бағалар индексі жатады. Модельді бағалауға енгізу барлық көрсеткіштер өсу қарқындарына (алдыңғы жылдың тиісті айына ай) ауыстырылған. Осы шара бағалаудың өзгермеуін қамтамасыз ету және «жалған регрессия» жол бермеу мақсатында бастапқы көрсеткіштерді келтіру мақсатында жасалған. Одан басқа 2010 жылғы қаңтар мен 2017 жылғы наурыз аралығында тендеулерді 4 әдіс бойынша бағалау кезінде айлық деректер пайдаланылған.

Нақты көрсеткіштер Қазақстанның Ұлттық экономика министрлігінің Статистика комитетінің (бұдан әрі – ҰЭМ СК) жарияланымдардан қалыптастырылады. Ақша-кредиттік сектордың көрсеткіштерінің дереккөзі ҚРҰБ сайты, сыртқы сектор көрсеткіштерінікі Еуростат мен IndexMundi сайттары болып табылады.

КЭИ модельдеудің талдауы эконометриялық модельдердің 4 типін қолданумен: байес әдісінің негізінде (BVAR) векторлық авторегрессиялы модельдер, ең кіші квадраттар әдісі бойынша факторлы регрессиялық модельдер және Бокса-Дженкинс әдіснамасына негізделген өзгермелі орташаның авторегрессияның интеграцияланған модельдері (ARIMA), сондай-ақ эконометрикалық бағалаудың жоғарыда көрсетілген 3 әдісті пайдаланудың құрама модельдеудің негізіндегі әдіс.

Байес әдісі негізіндегі векторлық авторегрессиялық модельдер (BVAR)

Зерттеу кезінде осы әдісті таңдау бақыланатын көрсеткіштердің ұзақ уақыттық қатарлары болмауымен түсіндіріледі. BVAR модельдер, күрделі модельдермен салыстырғанда, қысқа уақыттық қатарлардағы ауыспалылардың коэффициенттерін жылжытылмаған бағалауын алу бөлігінде артықтылықты болады.

Байес әдісін қолданумен векторлы авторегрессиялық модель бағаланады (X_t – n ауыспалысы бар вектор).

$$X_t = A_0 + A_1X_{t-1} + A_2X_{t-2} \dots + A_pX_{t-p} + \varepsilon_{1t} \quad (2)$$

Байес әдісі бұрын тапсырылған априорлық бөлу арқылы белгісіз параметрлер туралы артық ақпаратты ықшамдауға мүмкіндік береді. Осы зерттеудің шеңберінде бөлудің Minnesota априорлық түрі қарастырылған. Бөлудің Minnesota априорлық түрінің ақпараттығы ең жоғары шындыққа жанасымдылығы функциясы арқылы анықталады.

Эмпирикалық пайдалану мақсатында модель векторлық нысанда мынадай түрде көрсетіледі:

$$y_t = x_t \beta + \varepsilon_t \quad (3)$$

мұнда $y_t = X_t$, $X_t = \ln^{\otimes} [1 \ X_{t-1} \ \dots \ X_{t-p}]$, $\beta \equiv \text{vec}([A_0, A_1, \dots, A_p]')$, $\varepsilon_t \sim N(0, \Sigma)$.

Көрсеткіштер беталысының кездейсоқ шарлау процесіне ұқсастығы Minnesota-ны априорлық бөлудің негізгі ерекшелігі болып табылады. Эмпирикалық байес тәсілі айтарлықтай дәрежеде бастапқы деректерге сүйене отырып ізделіп отырған параметрлерді бағалауға мүмкіндік береді.

Факторлық регрессиялық модель (OLS)

Факторлық регрессиялық модель матрицалық формада:

$$y = X\hat{\beta} + \varepsilon, \quad (4)$$

түрінде беріледі, мұнда y – тәуелді ауыспалының вектор-бағаны, X – түсіндірмелі ауыспалының матрицасы, $\hat{\beta}$ – коэффициенттердің бағаланған вектор-бағаны, ε – модель қателерінің вектор-бағаны.

Факторлық регрессиялық модель теңдеуін бағалау үшін ең кіші квадраттардың (ordinary least squared) классикалық әдісі қолданылған. Аталған әдістің мақсаты e_t квадраттар қалдығының сомасын (яғни e қалдықтар векторы ұзындығының квадраты) барынша азайтатын $\hat{\beta}$ бағалау векторын таңдау болып табылады:

$$e = y - \hat{y} = y - X\hat{\beta}, \quad (5)$$

$$ESS = \sum e_t^2 \rightarrow \min, \quad (6)$$

мұнда y – тәуелді ауыспалының вектор-бағаны, \hat{y} – тәуелді ауыспалының бағаланған вектор-бағаны, X – түсіндірмелі ауыспалының матрицасы, $\hat{\beta}$ – коэффициенттердің бағаланған вектор-бағаны.

$e'e$ X және β арқылы көрсете отырып, мынаны аламыз:

$$\begin{aligned} e'e &= (y - X\hat{\beta})'(y - X\hat{\beta}) = y'y - y'X\hat{\beta} - \hat{\beta}'X'y + \hat{\beta}'X'X\hat{\beta} = \\ &= y'y - 2\hat{\beta}'X'y + \hat{\beta}'X'X\hat{\beta} \end{aligned} \quad (7)$$

ESS минимумының қажетті шарттары $\hat{\beta}$ векторы бойынша X және β арқылы көрсетілген $e'e$ дифференциалаумен алынады:

$$\frac{\partial ESS}{\partial \hat{\beta}} = -2X'y + 2X'X\hat{\beta} = 0, \quad (8)$$

бұдан, $X'X$ матрицасының қайтымдылығын ескере отырып, барынша төмен квадраттар әдісінің бағалауын табамыз:

$$\hat{\beta}_{OLS} = (X'X)^{-1}X'y \quad (9)$$

Авторегрессияның – өзгермелі орташа мәннің, Бокс-Дженкинс әдістемесіне (ARIMA) негізделіп интеграцияланған модельдері

ARIMA модельдер уақытша қатарлардың бастапқы тарихи мәндері негізінде бағаланады және авторегрессиялық өзгермелі орташа мәннің моделін (ARMA) жалпылау болып табылады. Модельдердің аталған сыныбы не деректерді жақсы түсіну үшін, не ауыспалылардың келешектегі мәнін болжау үшін уақытша қатарларды бағалайды. ARIMA модельдер y_t , $t = \bar{1}, T$ стационарлық емес уақытша қатарларды бағалауға арналған. Жалпы алғанда, модель ARIMA(p,d,q) түрінде белгіленеді,

мұнда p – авторегрессиялық құрамдастың тәртібі;

d – интеграциялау тәртібі;

q – өзгермелі орташа құрамдасының тәртібі.

ARIMA AR-бөлігінде алдыңғы мәндері бойынша бастапқы ауыспалының регрессиялық теңдеуін құру көзделеді. MA бөлігі регрессиялық теңдеудің қателері арасында желілік өзара байланыстың болуын көздейді. Бақыланатын ауыспалылардың стационарлығына қол жеткізу мақсаттары үшін әр түрлілік саны d әр түрлілігі тәртібімен белгіленеді. Талап етілетін әр түрлілік тәртібі уақытша қатарлар графигін зерттеу көмегімен анықталады. X_t уақытша қатары бар деп болжасақ, мұнда t – тұтас индекс, X_t – нақты сандар. Бұл жағдайда ARMA (p,q) мынадай түрде анықталады:

$$(1 - \sum_{i=1}^p \phi_i L^i)X_t = (1 + \sum_{i=1}^p \theta_i L^i)\varepsilon_t, \quad (10)$$

мұнда L – кешіктіру операторы, ϕ_i – модельдің авторегрессиялық құрамдасының параметрі, θ_i – өзгермелі орташа мәннің параметрі, ε_t – кателер мәні. ε_t кателері – қалыпты бөлумен және нөлдік орташа мәнімен бірыңғай бөлінген тәуелсіз кездейсоқ шамалар деп болжанады.

ARIMA (p,d,q) ARMA (p,q) интеграциядан келіп шығады:

$$(1 - \sum_{i=1}^p \phi_i L^i)(1 - L)^d X_t = (1 + \sum_{i=1}^p \theta_i L^i)\varepsilon_t, \quad (11)$$

мұнда d – оң тұтас сан, ол интеграция тәртібін белгілейді (егер $d=0$, бұл модель ARMA (p,q) пара-пар).

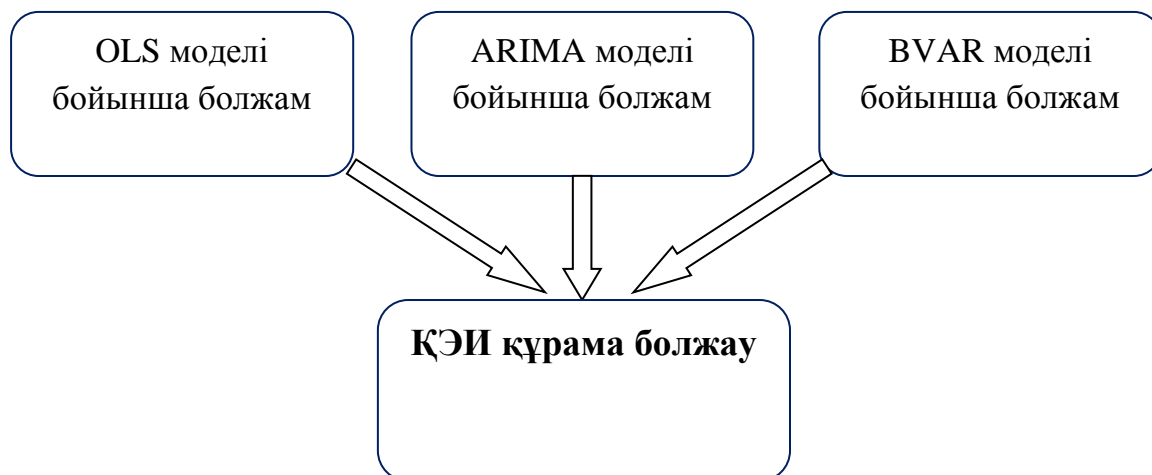
Құрама әдіс негізінде болжау

Болжау процесін іске асыру кезінде жеке бір модельді пайдаланғанда кемшіліктер кездеседі:

- модель ерекшелігіндегі белгісіздік;
- болжаудың бүкіл көкжиегінде модельдің бір формасының екіншісімен салыстырғанда барлық параметрлер бойынша басым болуының мүмкін еместігі.

Құрастырмалы тәсіл негізінде болжау жоғарыда көрсетілген кемшіліктер эффектісін азайтуға мүмкіндік береді. Аталған тәсіл тәуелді ауыспалының динамикасын түсіндіретін кешенді және икемді болжамды модель жасауға жол ашады. Тәуелді ауыспалыны болжау үшін жеке бір модель ғана емес, бірнеше модель пайдаланылады, олардың бағалауы статистикалық сипаттамалар мен экономикалық логика тұрғысынан негізделген. Жеке модельдердің болжамын құрастыру алгоритмі 1-суретте берілген.

1-сурет. Қазақстанда ҚЭИ болжамдарын құрастыру алгоритмі



*Дереккөз: автор құрастырған

Құрама тәсілдің бағалауына кіретін жекелеген модельдердің болжамы берілген параметрлерге қарай өлшенеді.

Бұл ретте құрама әдісті бағалау кезінде пайдаланылатын жекелеген модельдер болжамының салмағын таңдап алу негізгі проблема болып табылады. Аталған зерттеу шеңберінде жекелеген модельдер салмағын таңдау болжамның (RMSE) орташа квадраттық қатесі негізінде жүзеге асырылады.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^p (y_t - \bar{y}_t)^2}{n}} \quad (12)$$

мұнда t – бақылау нөмірі;

n – бақылаулардың жалпы саны;

y_t – нақты мәні;

\bar{y}_t – болжамды мәні.

Сондай-ақ, артықшылықтардың көп болуымен қатар құрастырмалы әдістің өзіндік кемшіліктері де бар. Болжамдаудың құрама әдісінің кемшіліктері мен артықшылықтары 2-кестеде келтірілген.

2-кесте. Құрама әдіс негізінде болжаудың артықшылықтары мен кемшіліктері

Артықшылықтар	Кемшіліктер
Пайдаланылуы жеке үлгі аясында шешімін таппаған ақпараттың елеулі көлемін қамту	Тұрлаусыздықтың және ықтимал қателіктердің маңызды көзі жекелеген үлгілердің салмағы болып табылады.
Құрылымдық өзгерістерге ыңғайланудың икемді тетігі	Түсіндірме көрсеткіштерімен болжау нәтижелерінің аса күрделі түсіндіру
Жекелеген үлгілерді болжау қателіктерін жалпы болжау дисперсиясын кейіннен төмендете отырып өлшеу	Құрама әдіс «үздік» үлгі болған кезде оған жол береді

*Дереккөз: автор құрастырған

4. Нәтижелерді талдау

Осы зерттеуде талданатын модельдердің сипаттамалары экономикалық логикаға, регрессорлардың коэффициенті мәнінің деңгейіне, сондай-ақ түсіндірме ауыспалылар кезіндегі белгілерге сүйене отырып жасалған. Гаусс-Марков теоремасының негізгі алғышарттары жалпы алғанда сақталған.

Осы жұмыстың аясында қарастырылған модельдер сипаттамаларының елеулі саны зерттеу кезінде үздік сипаттамасы бар тәртіпке дейін қысқартылды. Болжау бағалары сапасының нәтижелері 3-кестеде суреттелген.

3-кесте. Өртүрлі тәсілдер бойынша ҚЭИ болжауларының дәлдігін статистикалық бағалау

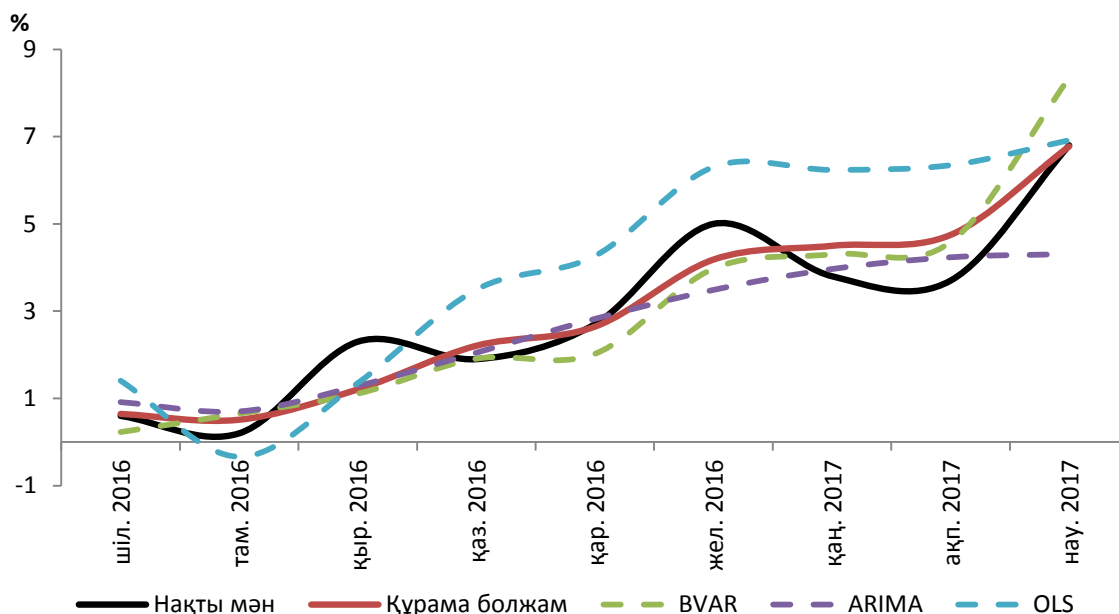
Болжау дәлдігін бағалау көрсеткіші	OLS	ARIMA	BVAR	Құрама әдіс
Орташа квадраттық қателік (RMSE)	0.435957	0.300885	0.243457	0.179652
Модуль бойынша орташа абсолюттік қателік (MAE)	0.105765	0.060250	0.058945	0.038945
Модуль орташа салыстырмалы қателік (MAPE)	6.625843	3.946105	3.939981	2.588463
Тейл теңсіздік коэффициенті (Theil Inequality Coefficient)	0.040805	0.028431	0.022906	0.016921

*Дереккөз: ҚР ҰЭМ СК, ҚРҰБ, Еуростат, IndexMundi деректерінің негізінде автор құрастырған

Сынамадан тыс кезеңнің (оқыту кезеңі 2016 жылғы шілдеден бастап 2017 жылғы наурызға дейін) болжау бағаларына сүйене отырып, Қазақстанның ҚЭИ үшін орташа квадраттық қателіктің (RMSE) ең аз мәні – құрама әдісіне негізделген модельде. Модуль бойынша орташа абсолюттік қателік (MAE) сияқты болжаулар дәлдігін бағалаудың басқа көрсеткіштері бойынша Тейл теңсіздік коэффициенті (Theil Inequality Coefficient) құрама әдіске негізделген модельдің болжау бағаларының басқа әдістерімен салыстырғанда артықшылықтары бар. Оқыту кезеңінде болжау қателіктерінің ең аз мәні модельде құрама болжаудың негізінде болжау қасиеттерінің төмен сапасы бар модельдің ең аз салмағын беру арқылы жеке модельдің болжау қателіктерін барынша азайтудың осы әдісі аясындағы мүмкіндікпен түсіндіріледі. Болжау бағаларының жоғары сапасына ие модельге үлкен салмақ беріледі. Осылайша, сынамадан тыс кезең аясында модельдердің нашар болжау қасиеттерімен теріс ықпал етуі төмен салмақты

беру арқылы жойылады. Сонымен қатар, осы әдіс құрама модельдердің жете бағаланбаған және қайта бағаланған болжауларын орташалау мүмкіндігіне ие. Қарастырылған әдістердің ҚЭИ нақты және болжау мәндері 2-суретте ұсынылған.

2-сурет. Қазақстандағы ҚЭИ нақты және болжау мәндері



*Дереккөз: ҚР ҰЭМ СК, ҚРҰБ, Еуростат, IndexMundi деректерінің негізінде автор құрастырған

Қалған үш модельдің (OLS, ARIMA, BVAR) арасында байес тәсілі негізіндегі векторлық авторегрессиялық модель орташа квадраттық қателіктің ең аз мәніне ие. RMSE мәні 0,24 құрады. Байес тәсілі негізіндегі векторлық авторегрессиялық модель сондай-ақ модуль бойынша орташа абсолюттік қателікке, модуль орташа салыстырмалы қателікке, сондай-ақ Тейл теңсіздік коэффициентіне сүйене отырып, қалған екі модельмен салыстырғанда артықшылықтарға ие. BVAR моделінің болжау қасиеттерінің жоғары деңгейі модельдердің осы типтерінің қысқа уақыттық қатарлардағы көрсеткіштер коэффициенттерінің ығыстырылмаған бағаларын алу мүмкіндігімен түсіндіріледі. Жалпы алғанда, BVAR модель дәлдіктің қолайлы деңгейімен бағаланатын кезең ішінде ҚЭИ өзгеру қарқынының динамикасын түсіндіреді және 2016 жылғы қыркүйекте және 2017 жылғы наурызда өсу шапшаңдығын «аңғартады». 2017 жылғы қаңтар айына дейін байес тәсілі негізіндегі векторлық авторегрессиялық модель ҚЭИ өзгеру қарқындарын жете бағаламайды. 2017 жылғы қаңтардан бастап болжаулар қайта бағалау саласына ауысады.

Эндогенді ауыспалылар ретінде BVAR моделінің көмегімен модельді бағалау кезінде өңделмеген мұнай және газ конденсатын өндіру көлемі сияқты ауыспалылар, нақты жалақы индексі, заңды тұлғаларды кредиттеу бойынша пайыздық мөлшерлеме, негізгі капиталға салынған инвестициялар

қолданылады. Экзогенді ауыспалылар мынадай көрсеткіштермен берілген: Brent маркалы мұнайға қойылған баға, металлға қойылған баға индексі, АҚШ долларының теңгеге номиналдық айырбас бағамы, ақшалай масса (M2).

Оқыту кезеңіндегі болжаулардың ең үздік бағаларына ие келесі модель, құрама әдіс пен BVAR-дан кейін, авторегрессия моделі Бокс-Дженкинс әдістемесіне негізделген сырғымалы орташа болып табылады. Модельдердің осы сыныбы тәуелді ауыспалыға ықпал ететін позитивтік және негативтік соққылар болмаған жағдайларда ҚЭИ өзгеру қарқындарының нақты қозғалысын жеткілікті түрде дәл жуықтатады. Аталған тәсілдің болжау қателіктерінің аса жоғары мәні ҚЭИ өсу қарқынын жылдамдату кезеңдерінде болжау бағалары сапасының төмендігімен түсіндіріледі (2016 жылғы қыркүйек, желтоқсан, 2017 жылғы наурыз). Бокс-Дженкинс әдістемесі бойынша регрессия коэффициенттерінің мәнділік деңгейлері қосымшада берілген.

Ең кіші квадраттар әдісі бойынша факторлық регрессиялық моделі талданатын модельдер арасында дәлдігі барынша төмен бағаларға ие. 2016 жылғы тамыз бен қыркүйекті қоспағанда осы модель Қазақстанның ҚЭИ өзгеру қарқындарының жалпы динамикасын қайта бағалайды. Ең кіші квадраттар әдісі бойынша факторлық регрессиялық моделінің болжау бағалары дәлдігінің жеткіліксіз деңгейі Қазақстанның ҚЭИ өзгеру қарқындарының динамикасына ықпал ететін және моделі бағасында көрсетілмеген әлеуетті ықтимал индикаторлардың көптігімен, сондай-ақ тәуелді және тәуелсіз ауыспалылардың бақыланған деректерінің қысқа тарихымен түсіндіріледі. Сонымен бірге, осы әдіс жалпы алғанда Қазақстанның ҚЭИ өзгеру қарқындарын бәсеңдету және жылдамдату кезеңдерін жақсы «аңғартады».

Ең кіші квадраттар әдісі бойынша регрессия коэффициенттерінің мәнділік деңгейлері қосымшада берілген. Түсіндіруші ауыспалылар кезінде барлық коэффициенттер ішкі сұраныстың прокси көрсеткіші болып табылатын нақты жалақы индексін қоспағанда, мәнді болып табылады. Осы коэффициент мәнділігінің төмен деңгейі өндірілген өнімнің елеулі үлесі сыртқы нарықтарға бағытталатындығымен түсіндіріледі. Сыртқы нарықтарға жеткізулерді өзгерту сыртқы көбіне сыртқы сұраныстың ықпалына ұшырайды. Осылайша, тау-кенді игеру өнеркәсібі Қазақстан экспортының прокси көрсеткіші бола отырып, 2017 жылғы қаңтар-наурызда өндірілген өнімнің және ҚЭИ қалыптастыратын барлық салалардың көрсеткен қызметтерінің жалпы көлемінің 27%-нан астамын иеленді.

5. Қорытынды

Қазақстанның ҚЭИ өзгеру қарқынын модельдеуге қарастырылған төрт әдістің арасында болжамдар қателерін таразылайтын құрама болжау әдісі оқу кезеңінде ең жақсы болжам сапасын көрсетті (RMSE). Бұл әдістің ең төменгі болжау қатесінің деңгейі, болжамды қасиеттерінің сапасы төмен моделінің ең аз салмағын тағайындау жолымен жекелеген моделінің болжау қателерін азайту мүмкіндігімен түсіндіріледі. Қалған үш жекелеген модельдердің арасында ең аз болжау қатесінің мәні – байес тәсіліне негізделген векторлық авторегрессивті модельде. BVAR моделінің болжалды сипаттамаларының жоғары деңгейі модельдердің осы түрлерінің қысқа уақытша қатарларда ауыспалылар коэффициенттерінің ығыстырылмаған бағаларын алу мүмкіндігімен түсіндіріледі. Бокс-Дженкинс әдістемесіне негізделген авторегрессия – жылжымалы орташа моделі құбылмалылық төмен кезеңдерде және күшті сілкіністер жоқ жағдайларда ҚЭИ өзгеру қарқынының болжалды бағалаулары жақсы. Қарастырылған модельдердің арасында ең дәл болжалды бағалаулар ең кіші квадраттар тәсілі бойынша факторлық регрессиялық модельде бар. Бұл модель оқу кезеңінің көп бөлігінде ҚЭИ өзгеру қарқынының нақты мәндерін қайта бағалады. Сонымен қатар, бұл тәсіл Қазақстанның ҚЭИ өзгеру қарқындарының тежелу және жеделдету кезеңдерін жалпы жақсы «қағып алады».

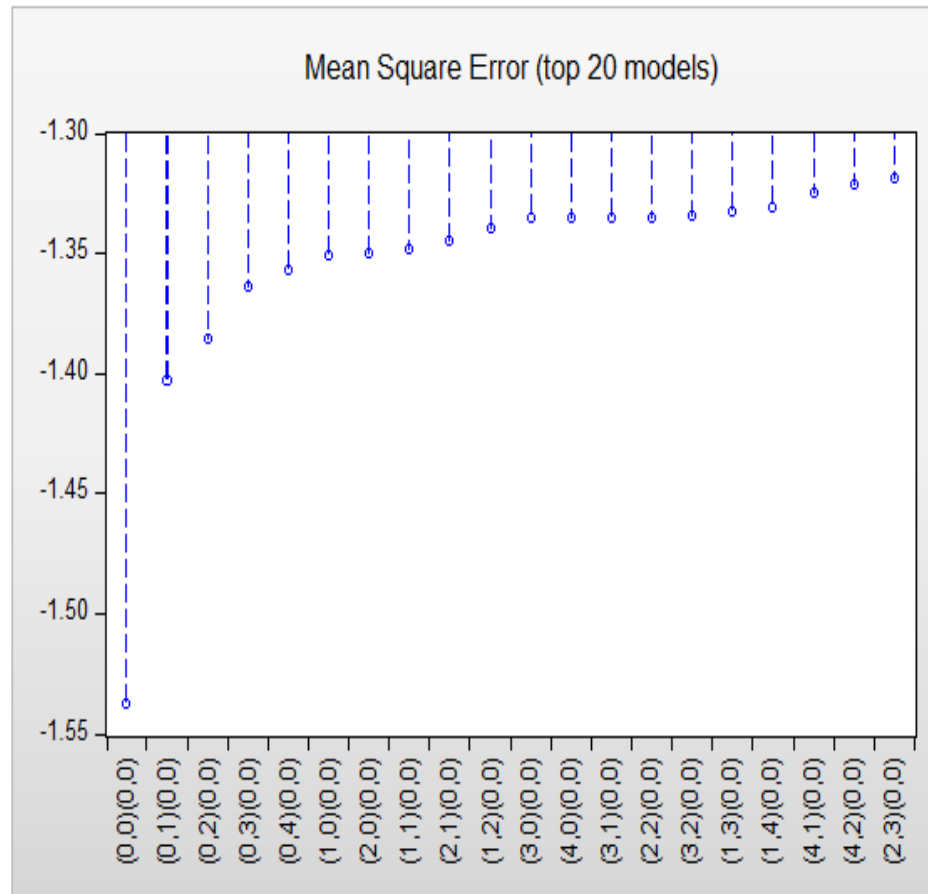
Бұл зерттеу Қазақстанда прокси көрсеткіші ҚЭИ болып табылатын, экономикалық белсенділіктің серпініне әсер ететін факторларды болжаудың түрлі тәсілдерін зерделеу бойынша алдағы жұмыстардың бастапқы кезеңі болып табылады. Қазақстанның ҚЭИ және ЖІӨ болжалды әдістерін одан әрі зерделеу қажет. Сонымен қатар, болашақта зерттеу объектісі Қазақстанның экономикасы үшін динамикалық факторлық моделін жасау, сондай-ақ іскерлік белсенділіктің жетекші көрсеткіштерін модельдік бағалауларға іске асыру болуы мүмкін.

Әдебиеттер тізімі

1. Leboeuf M., Morel L. (2014), Forecasting short-term real GDP growth in Euro area and Japan using unrestricted MIDAS regressions, *Bank Of Canada-WP-2014-3*, 10-23
2. Barhoumi K., Benk S. (2008), Cristadoro R., Den Reijer A., Jakaitiene A., Short-term forecasting of GDP using large monthly datasets: Pseudo real-time forecast evaluation exercise, *ECB-WP-2008-4*, 12-16
3. Barhoumi K., Brunhes-Lesage V. (2007), Darne O., Ferrara L., Pluyaud B., Rouvreau B., Monthly forecasting of French GDP: a revised version of the OPTIM model, *Bank Of Canada-WP-2007-11*, 9-15
4. Zeng L. (2011), Evaluating GDP forecasting models for Korea, *IMF-WP-2011-3*, 7-11
5. Bouda M. (2014), Econometric models and their ability to predict GDP growth of the Czech republic, *University of Economics in Prague*, 2-6
6. Stock J., Watson M. (2004), Combination Forecasts of Output Growth in a Seven-Country Data Set, *Journal of Forecasting*, 2-22
7. Поршаков А., Дерюгина Е., Пономаренко А., Синяков А. (2015), Краткосрочное оценивание и прогнозирование ВВП России с помощью динамической факторной модели, *ЦБ РФ, 2015 жылғы №2 наурыз*, 8-18
8. Дерюгина Е., Пономоренко А. (2015), Большая байесовская векторная авторегрессионная модель для российской экономики. *ЦБ РФ, №1 2015 жылғы наурыз*, 7-10
9. Андреев А. (2016), Прогнозирование инфляции методом комбинирования прогнозов в Банке России. *ЦБ РФ, №14 2016 жылғы тамыз*, 7-9
10. О.А. Тулеуов (2017), Қазақстан өңірлеріндегі инфляциялық процесстер: инфляциялық факторлардың әртектілігін талдау және BVAR тәсілінің негізінде бөлшектенген инфляция болжау үлгісі, *ҚРҰБ Зерттеулер және статистика департаменті, Экономикалық зерттеу №2017-5. NBRK - WP - 2017 - 5. Мамыр*, 9-12
11. А. Жужбаев (2016), Халықаралық тәжірибе және ҚР Ұлттық Банктің ақша-кредит саясатында іскерлік циклдың ай сайынғы озық индикаторын пайдалану перспективалары, *ҚРҰБ Экономикалық шолу-2016-4*, 7-8.
12. www.induxmundi.com – елдердің экономикалық, баға және қаржы көрсеткіштерінің сайты.

ҚОСЫМША

1-сурет. Жиырма таңдалған ARIMA модельдердің орташа квадраттық қатесі



2-сурет. Жиырма таңдалған ARIMA модельдердің Akaike ақпараттық өлшем шарттарының мәндері

Model Selection Criteria Table
 Dependent Variable: KEI
 Date: 06/20/17 Time: 11:59
 Sample: 2000M01 2017M03
 Included observations: 111

Model	LogL	AIC*	BIC	HQ
(2,3)(0,0)	-271.574165	2.691538	2.804238	2.737113
(4,3)(0,0)	-269.720804	2.692955	2.837855	2.751551
(3,3)(0,0)	-271.464460	2.700140	2.828940	2.752226
(2,4)(0,0)	-271.491814	2.700404	2.829205	2.752490
(3,0)(0,0)	-274.842261	2.703790	2.784290	2.736344
(4,1)(0,0)	-272.922523	2.704565	2.817266	2.750141
(4,2)(0,0)	-272.099700	2.706277	2.835078	2.758363
(1,3)(0,0)	-274.221366	2.707453	2.804053	2.746517
(3,4)(0,0)	-271.404121	2.709219	2.854119	2.767815
(2,2)(0,0)	-274.788849	2.712936	2.809536	2.752000
(1,2)(0,0)	-275.796078	2.713006	2.793506	2.745559
(3,1)(0,0)	-274.823715	2.713273	2.809873	2.752337
(4,0)(0,0)	-274.832147	2.713354	2.809955	2.752418
(1,4)(0,0)	-273.966403	2.714651	2.827352	2.760226
(1,0)(0,0)	-278.131201	2.716243	2.764544	2.735776
(4,4)(0,0)	-271.385670	2.718702	2.879703	2.783809
(1,1)(0,0)	-277.434173	2.719171	2.783571	2.745214
(3,2)(0,0)	-274.607550	2.720846	2.833547	2.766421
(2,1)(0,0)	-276.846735	2.723157	2.803657	2.755711
(2,0)(0,0)	-277.852884	2.723216	2.787617	2.749259
(0,4)(0,0)	-279.088779	2.754481	2.851082	2.793545
(0,3)(0,0)	-280.634663	2.759755	2.840256	2.792309
(0,2)(0,0)	-285.026861	2.792530	2.856930	2.818573
(0,1)(0,0)	-288.356240	2.815036	2.863336	2.834568
(0,0)(0,0)	-315.701003	3.069575	3.101775	3.082596

1-кесте. BVAR модельдеуде пайдаланылатын көрсеткіштер

Санат	Көрсеткіш
Нақты сектордың көрсеткіштері	ҚЭИ Шикі мұнай мен газ конденсатын өндіру көлемі Негізгі капиталға салынған инвестициялар Нақты жалақы индексі
Ақша-кредит секторының көрсеткіштері	Ақша массасы (M2) Заңды тұлғаларды кредиттеу бойынша пайыздық мөлшерлеме
Сыртқы сектордың көрсеткіштері	ЕО елдерінің өнеркәсіптік өндіріс индексі Металдар бағаларының индексі Brent маркалы мұнай бағасы

2-кесте. Бокс-Дженкинс әдістемесі бойынша регрессия коэффициенттерінің маңыздылық деңгейлері

Көрсеткіш	Регрессия коэффициенттерінің маңыздылық деңгейлері
AR(1)	***
AR(2)	***
MA(1)	***
MA(3)	***

Ескерту: ***, ** және * 1%, 5% және 10% деңгейлерде статистикалық маңыздылық коэффициенттерін көрсетеді. "-" белгісі түсіндіруші ауыспалының статистикалық маңыздылығының жоғын көрсетеді.

2-кесте. Ең кіші квадраттар әдісі бойынша регрессия коэффициенттерінің маңыздылық деңгейі

Көрсеткіш	Регрессия коэффициенттерінің маңыздылық деңгейі
Металдар бағаларының индексі	***
Заңды тұлғаларға пайыздық мөлшерлеме	**
Шикі мұнай мен газ конденсатын өндіру көлемі	**
ЕО елдерінің өнеркәсіптік өндіріс индексі	**
Нақты жалақы индексі	-

Ескерту: ***, ** және * 1%, 5% және 10% деңгейлерде статистикалық маңыздылық коэффициенттерін көрсетеді. "-" белгісі түсіндіруші ауыспалының статистикалық маңыздылығының жоғын көрсетеді