



ҚАЗАҚСТАН ҰЛТТЫҚ БАНКІ

Қазақстанның ЖІӨ-сін реттелетін динамикалық факторлық модель негізінде болжау

Ақша-кредит саясаты департаменті
Экономикалық зерттеу №2026-01

А. Ахмет

Қазақстан Республикасы Ұлттық Банкінің (бұдан әрі – ҚРҰБ) экономикалық зерттеулері мен талдамалық жазбалары ҚРҰБ зерттеулерінің нәтижелерін, сондай-ақ ҚРҰБ қызметкерлерінің басқа да ғылыми-зерттеу жұмыстарын таратуға арналған. Экономикалық зерттеулер пікірталастарды ынталандыру үшін таратылады. Мақалада айтылған пікірлер мен пайымдаулар авторлардың жеке ұстанымын білдіреді және оларды ҚРҰБ немесе оның басшылығының пайымдаулары ретінде қабылдауға болмайды.

Қазақстанның ЖІӨ-сін реттелетін динамикалық факторлық модель негізінде болжау

2026 жылғы ақпан

NBRK – WP – 2026 – 01

© Қазақстан Республикасының Ұлттық Банкі, 2026. Барлық құқықтар сақталған. Дереккөзге сілтеме болған кезде бір параграфтан аспайтын қысқаша мәліметтер автордың рұқсатынсыз алынуы мүмкін

ISSN: 2789-150X

Қазақстанның ЖІӨ-сін реттелетін динамикалық факторлық модель негізінде болжау

Ахмет Әлішер¹

Аннотация

Осы еңбекте макроэкономикалық және салалық көрсеткіштердің кең жиынтығы арқылы бағаланған динамикалық факторлық модель (DFM) негізінде Қазақстанның жалпы ішкі өнімін (ЖІӨ) қысқа мерзімді кезеңге болжау тәсілі ұсынылады. Модель арқылы экономикадағы бірлескен динамиканың негізгі көздерін көрсететін жасырын факторларды алуға және оларды ақпарат толық болмаған және асинхронды болған жағдайда ЖІӨ-ні болжау үшін пайдалануға болады. Факторлар Калман фильтрін қолдана отырып күй кеңістігінде бағаланады, бұл деректердің дұрыс өңделуін және әр түрлі кезеңділігін қамтамасыз етеді. Болжамдардың орнықтылығын арттыру және уақыт бойынша өзгертін өзара қарым-қатынасты есепке алу үшін бақылау салмақтары экспоненциалды әлсіреген реттелетін регрессиялық сипаттамасы қолданылады. Модельдің болжамды дәлдігі кеңейтілетін терезе шеңберінде бағаланады, бұл нақты болжамды раундтың талаптарын имитациялауға және алдағы уақыттағы ақпаратты пайдалануды болдырмауға мүмкіндік береді. Жай болжаммен және ЖІӨ-нің авторегрессиялық моделімен салыстыру реттелетін факторлық құрылымның болжамды белгісіздіктің айтарлықтай төмендеуін қамтамасыз ететінін және қысқа мерзімді кезеңде ақпараттың көп болатынын көрсететінін бейнелейді.

Түйінді сөздер: динамикалық факторлық модель, ЖІӨ болжау, nowcasting, реттеу

JEL-сыныптауы: C32, C38, C51, C53, E32, O47

¹ Қазақстан Республикасы Ұлттық Банкінің Ақша-кредит саясаты департаменті макроэкономикалық зерттеулер және болжау басқармасының бас маман-талдаушысы. alisher.akhmet@nationalbank.kz

Мазмұны

Кіріспе	5
Әдебиетке шолу	7
Деректер мен әдіснама	9
Нәтижелер мен талқылаулар	12
Қорытынды	21
Әдебиеттер тізімі	23
Қосымша	24

Кіріспе

Ақша-кредит саясатын тиімді іске асыру үшін экономиканың ағымдағы жай-күйін уақтылы бағалау және негізгі макроэкономикалық индикаторлардың қысқа мерзімді өзгерістерін түсіну қажет. Қысқа мерзімді динамика орта мерзімді болжам жасауға және белгісіздікке байланысты сценарийлік шешімдер қабылдауға арналған бастапқы ақпарат негізін қалыптастырады. ЖІӨ-ні жедел бағалау және қысқа мерзімді болжау қолданбалы макроэкономиканың ең қиын міндеттерінің бірі болып табылады. Себебі ресми статистика біраз уақыт өткен соң жарияланады және қайта қаралады, шығару динамикасына қысқа мерзімді кезеңдегі бағаның құбылмалы болуы, нарықтағы процестердің өзгерістерге ұшырауы, ішкі және сыртқы экономикадағы күтпеген өзгерістері әсер етеді. Нәтижесінде қысқа мерзімді кезеңде ЖІӨ-ні болжау міндеті ақпарат толық болмаған, тұрақсыздық және жоғары белгісіздік жағдайында жұмыс істейтін әдістерді қолдануды талап етеді.

Бір өлшемді модельдерде ЖІӨ-нің өзіндік динамикасы туралы ақпарат пайдаланылады және нақты секторда, қаржы жүйесінде, бюджет саясатында және сыртқы ортада болып жатқан экономикалық процестер құрылымындағы өзгерістер еленбейді. Тұрақты өсу кезеңінде мұндай модельдердің сапасы тиімді болады, алайда іскерлік цикл фазалары өзгерген, күтпеген сыртқы өзгерістер немесе ішкі өсу тетіктері қайта құрылуға жағдайда олардың болжам жасау мүмкіндігі күрт төмендейді.

Модельге озық индикаторларды қосу арқылы қысқа мерзімді болжау сапасын арттыруға әрекет жасау деректер жиынтығы шамадан тыс көбеюіне алып келетін іргелі проблемаларға айналады. Заманауи макроэкономикалық статистикада ондаған және жүздеген ықтимал сәйкес келетін көрсеткіштер беріледі, бірақ көптеген айнымалы шамаларды регрессиялық модельдерге тікелей қосу тез арада қайта даярлауға (overfit), бағаның тұрақсыздығына және әсіресе қысқа мерзімді уақыт аралығында болжамның орнықтылығын жоғалтуға алып келеді. Бірнеше индикаторды қолмен таңдау субъективтік сипатта болады және онда маңызды ақпаратты ескермеу тәуекелі бар. Динамиканың негізгі көрсеткіштер қатары басқарылатын жалпы жасырын факторларды көрсететін макроэкономикалық көрсеткіштердің өзара тығыз байланысы да қиындық тудырады. Сондықтан, модельдің шамадан тыс жүктелуіне және бағалаудың тұрақсыздығына жол бермей, ақпарат жиынтығын бір уақытта қолдануға мүмкіндік беретін әдіс қажет.

Факторлық модельдің негізгі идеясы – көптеген макроэкономикалық көрсеткіштердің бірлескен динамикасын бақыланбайтын жалпы факторлардың азғана бөлігі арқылы сипаттауға болады. Бұл индикаторлардың кең жиынтығын бір уақытта ескеруге және теңдеудің өлшемін едәуір төмендетуге, мультиколлинеарлықты жоюға және бағалаудың тұрақтылығын арттыруға мүмкіндік береді. Өртүрлі жиіліктегі деректермен және толық емес үлгілермен

жұмыс істеу мүмкіндігі маңызды, бұдан олар қысқа мерзімді болжау үшін ерекше сұранысқа ие болады. Дегенмен, факторлық модельдерді практикалық тұрғыдан қолдануда бірқатар маңызды шектеулер бар. Атап айтқанда, бағалаулар "жыртылған жиек" мәселесіне сезімтал, оған сәйкес ағымдағы кезеңде кезеңшілік бақылаулардың тек бір бөлігі ғана қолжетімді болған жағдайда бұл белгісіздіктің артуына және бағалау дәлдігінің төмендеуіне алып келеді. Факторлар мен ЖІӨ арасындағы байланыс құрылымдық тұрғыдан тұрақты емес және дағдарыс, экономикалық саясат режимдерінің өзгеруі және сыртқы күтпеген өзгерістер салдарынан уақыт өте келе өзгеруі мүмкін. Жиынтығында, бұл факторлар дұрыс бағаланса да классикалық сипаттаманың әрқашан болжамның жеткілікті түрде икемділігі мен тұрақтылығын қамтамасыз ете бермейтінін білдіреді. Сонымен қатар, факторлардың өзін экономикалық тұрғыдан түсіндірудің күрделілігі қосымша шектеу болады. Әрбір фактордың көптеген әртүрлі бағыттағы көрсеткіштердің сызықтық тіркесімін білдіретін болғандықтан, әсіресе индикаторлардың жекелеген топтарының қарама-қарсы бағытта қозғалуына байланысты оның мағынасы бұлыңғыр болуы мүмкін.

ЖІӨ факторлары мен динамикасы арасындағы тұрақсыз және уақыт бойынша өзгертін өзара қатынастарға байланысты шудың бағалауға әсерін төмендетуге және уақыт бойынша экономикалық қатынастардың өзгеруіне бейімделуге мүмкіндік беретін реттелген және сараланған болжамды модельдер класына жататын жүйелеу және сынақ арқылы бағалау әдістері өзекті болады. Ridge регрессиясы коэффициент бағаларын олардың ауқымын реттеу арқылы тұрақтандыруға мүмкіндік береді, бұл әсіресе өзара байланысты регрессорлар, факторлар артта қалған және іріктеу шектеулі болған кезде маңызды. Бақылаудың экспоненциалды дисконтталуы жаңа ақпаратты қамтамасыз етіп, ескі ақпарат әсерін азайтып, модельдің экономикалық режимдердің өзгеруіне тез бейімделуіне мүмкіндік береді. Осы екі тәсілді бірге пайдалану икемді және орнықты болжамды құрылымды қалыптастырады, ол бүкіл тарихи траекторияны қайта жандандыруға ғана емес, жоғары белгісіздікке байланысты қысқа мерзімді болжамдардың (3-тоқсан) дәлдігін арттыруға бағытталған.

Бұл жұмыстың мақсаты – бақылауды өлшеудің бейімдеу тетігін және реттеуді қолдана отырып, динамикалық факторлық құрылым негізінде ЖІӨ-нің қысқа мерзімді болжамды моделін әзірлеу және эмпирикалық бағалау. Модельдердің болжамдық сипаттамалары стандартты дәлдік көрсеткіштері қолданыла отырып бағаланады, сондай-ақ бағалау қалдықтары мен тұрақтылығына талдау жүргізіледі. Жұмыстың негізінде ЖІӨ-ні қысқа мерзімді болжау міндеттері үшін динамикалық факторлық модельді, бақылауларды реттеуді және экспоненциалды дисконттауды біріктірудің практикалық тиімділігі көрсетіледі. Жұмыста стандартты факторлық ерекшеліктерден гөрі, құрылымдық өзгерістері айқын экономикаға тән макроэкономикалық

айнымалылар арасындағы уақыт бойынша өзгеретін қатынастарға байланысты болжамдардың тұрақтылығын арттыруға ерекше көңіл бөлінеді.

Әдебиетке шолу

Қазақстан экономикасы контекстінде ЖІӨ-ні болжауға қатысты динамикалық факторлық модельдерді қолдану Орловтың жұмысында қарастырылады (2019). Осы зерттеуде ай сайынғы макроэкономикалық көрсеткіштердің кең ауқымы негізінде тоқсандық ЖІӨ-ні бағалау және қысқа мерзімді болжау үшін жай-күй кеңістігі нысанындағы динамикалық факторлық модель пайдаланылады. Факторлар бас компонент әдісін және Калман іріктемесін қолдана отырып бағаланады, ол деректердің түрлі жиілігін және ағымдағы кезеңдегі толық бақылау жүргізбеу проблемасын ескеруге мүмкіндік береді. Эмпирикалық талдауда көбінесе жылдық өсімнің қарқыны пайдаланылатынын атап өткен жөн, бұл ауыспалылардың қысқа мерзімді динамикасын реттеп, бағалаудың жыл ішіндегі құбылмалылыққа тәуелділігін төмендетеді. Осы тұрғыда алынатын болжамдар ең алдымен уақыт аралығындағы өзгерістердің біріктірілген динамикасына бағдарланған, ал оларды өсімнің тоқсандық қарқынын талап ететін қолданбалы міндеттерде (құрылымдық модельдерде) пайдалану қосымша қайта өзгерту мен жорамалдарды болжайды. Тұтастай алғанда, нәтижелер факторлық тәсіл уақыт аралығындағы өзгерістердің динамикасын тұрақты және экономикалық тұрғыдан түсіндіріп бағалауды қамтамасыз ететінін және қысқа мерзімді болжау міндеттері үшін әртүрлі макроэкономикалық ақпаратты біріктірудің тиімді құралы бола алатынын растайды.

Макроэкономикалық болжаудағы динамикалық факторлық модельдердің теориялық және қолданбалы негіздері Stock және Watson (2002) диффузиялық индекстер тұжырымдамасына арналған жұмыстарында негіз тапты. Авторлар ай сайынғы индикаторлардың ауқымды панелінен алынған жасырын факторлардың аз ғана бөлігі АҚШ экономикасы туралы болжамды ақпараттың көп бөлігін қамту қабілеті бар екенін көрсетті. Озыңқы көрсеткіштердің шағын жиынтығын таңдаудың орнына олар басты компонент әдісінің (РСА) көмегімен бірнеше жалпы факторларды бағалауды, содан кейін осы факторларды өнеркәсіптік өндіріс немесе инфляция сияқты негізгі агрегаттарды болжау үшін пайдалануды ұсынды. Жүргізілген талдау бір-екі факторға негізделген болжамдар дәстүрлі эталондық үлгілерден бір нұсқалы авторегрессиядан бастап шағын VAR мен индикаторлар жүйесіне дейін, әсіресе неғұрлым ұзақ уақытқа арналған клешекте асып түсетінін көрсетті. Олардың жұмысының маңызды қорытындысы – деректердің гетерогендігі, деректер толық қамтылмаған және орташа айқаспалы тәуелділік (мультиколлинеарлық) кезінде де басты компонент әдісімен алынған факторлар тіпті толық болып қалатындығында, бұл осы тәсілді болжам жүргізу

үшін жоғары өлшемді экономикалық ақпаратты біріктірудің практикалық құралына айналдырады.

Кейінгі зерттеулер факторлардың сериялық динамикасын пайдалануға және жетіспейтін айнымалыларды нақты уақытта бақылауды неғұрлым тиімді өңдеуге ұмтылды. Doz, Giannone және Reichlin (2006) факторлық модельді Қалман іріктемесіне жарамды жай-күйдің кеңістігі түрінде түсіндіретін квазимаксималды шынайлық әдісін ұсынды. Олар басты компонент әдісімен алынған бағалаудан бастап шынайы болуды барынша көбейту арқылы факторларды нақтылау алгоритмін қолданады (expectation maximization). Осы екі сатылық рәсім басты компоненттердің қарапайым әдісімен салыстырғанда тиімділігі бойынша ұтымдылықты қамтамасыз ете отырып, айқаспалы сияқты уақыт аралық өлшемдер де өсуі кезінде толық және қалыпты күйінде қалады. Жай-күйдің кеңістігінде параметрлік көрсетудің негізгі артықшылығы бақылаулардың болмауын және жарияланымдардың асинхрондылығын ескеру мүмкіндігінен тұрады, ол модельді нақты уақытта болжау үшін тікелей қолдануға болатындай етеді.

Бұл әдіснамалық жетістіктер Giannone, Reichlin және Small (2006) жұмысында біріктірілді, олар ірі динамикалық факторлық модель ЖІӨ-нің ағымдағы мәндерін және тоқсан ішінде деректер келіп түсуіне қарай инфляцияны жедел бағалау үшін пайдаланылуы мүмкін екенін көрсетті. Олардың АҚШ-қа арналған қосымшасы пікіртерімнің деректері ЖІӨ мен инфляцияның ағымдағы тоқсандық өсімі туралы біршама ерте сигнал бере алатынын көрсетеді, олар көбінесе дәстүрлі статистикалық көрсеткіштерден асып түседі. Бұл жұмыс орталық банктер практикада пайдаланатын болжамдарды жүйелі жаңарту процесін ресімдеуге факторлық модельдер қалай мүмкіндік беретінін көрсетіп, нақты уақыт режимінде жекелеген статистикалық релиздердің шекті ақпараттық құндылығын бағалау үшін үлгі болады.

Mariano және Murasawa (2003) тоқсандық ЖІӨ-ні бағалау үшін ай сайынғы деректерді келісімді пайдалануға мүмкіндік беретін, әртүрлі жиілікпен байқалатын көрсеткіштер ескерілетін динамикалық факторлық модельді әзірледі. Модельде бір мезгілде өнеркәсіптік өндіріс пен жұмыспен қамту сияқты ай сайынғы индикаторлар панелінің динамикасын айқындайтын және осы фактордың үш айлық біріктірілген сомасы ретінде тоқсандық нақты ЖІӨ-ні қалыптастыратын экономикалық белсенділіктің бірыңғай жасырын ай сайынғы факторының болуы болжанады. Модельді жай-күйдің кеңістігі нысанында ұсынып, Қалман іріктемесінің және барынша шынайы болу әдісінің көмегімен оны бағалай отырып, авторлар тоқсандық ұлттық шоттармен келісілген жиынтық экономикалық белсенділіктің реттелген ай сайынғы бағасын алады. Аралас жиілік модельге ай сайынғы статистикалық жарияланымдардың жеделдігін ақпаратты жоғалтпай пайдалануға және нақты уақыт режимінде іскерлік циклді қадағалауға мүмкіндік береді.

Бұл ретте уақыт аралығында экономикалық өзара байланыстың өзгеруі құрылымдық ілгерілеуге бейімделуге және өткен байқаулардың маңыздылығын қайта бағалауға қабілетті әдістерді пайдалануды талап етеді. West және Harrison (1997) уақыт қатарын болжауда байқауларды экспоненциалды дисконттау әдісін толық түсіндіріп берді. Олардың Байес динамикалық сызықты моделінде өткен бақылаулардың геометриялық кему маңыздылығы аталады, соның арқасында параметрлерді бағалау неғұрлым жаңа деректерге көбірек сүйеніп, құрылымдық өзгерістерге тез бейімделеді. Әдіс Байес контекстінде әзірленгеніне қарамастан, бақылауларды экспоненциалды дисконттау қағидатында жалпы сипатта және болжаудың әртүрлі міндеттерінде деректердің өзара байланысы біртіндеп өзгеру жағдайында болжамдардың дәлдігін арттырудың тиімді тәсілі ретінде кеңінен қолданылады.

Сонымен қатар De Mol, Giannone және Reichlin (2008) Байес әдісін немесе Байес қысқартуын үлкен макроэкономикалық деректер негізінде болжау жағдайларында басты компонент әдісіне қатысты практикалық балама ретінде қарастырады. Авторлар егер факторлық әдістер ең алдымен өлшемдерді қысқартуға бағытталса, Байес қысқартуы көптеген болжамдар болған кезде коэффициенттерді бағалауды тұрақтандыра отырып, тікелей болжау міндетін шешетінін атап өтті. Пайдаланылатын Байестің коэффициенттерді қысқартуы ridge-регрессия түрінде тікелей түсіндірілгенін атап өткен жөн. Олардың эмпирикалық нәтижелері Байес қысқартуы негізіндегі жасалған болжамдар факторлық модельдер көмегімен алынған нәтижелерден көбінесе кем түспейтінін, ал кейде асып түсетінін көрсетеді, бұл оның жоғары көлемді макроэкономикалық деректер үшін орнықты және тиімді құрал ретіндегі құндылығын білдіреді. Осыған қосымша Hastie, Tibshirani және Friedman (2009) бақылап оқыту әдістері шеңберінде ridge-регрессиясына стандартты статистикалық негіздеме береді. Олар коэффициенттер шамасына айыппұл енгізу бағалардың дисперсиясын төмендететінін және ығысу мен дисперсия арасындағы басқарылатын ымыраның есебінен болжамдар дәлдігін жақсартатынын білдіреді. Осы мағынада ridge-регрессиясы бағалауды тұрақтандырудың пайдалы құралы болып табылады және жоғары стохастикалық компоненті бар шектелген бақылау саны мен түсіндірілетін ауыспалылары бар жағдайларды қоса, болжау міндеттерінде кеңінен қолданылады.

Деректер мен әдіснама

Модельдеу үшін елдегі экономикалық белсенділіктің негізгі ерекшеліктерін көрсететін айлық және тоқсандық индикаторлардың кең панелі пайдаланылды. Іріктемеге 2010 жылғы қаңтардан бастап 2025 жылғы шілдеге дейінгі кезеңді қамтитын нақты сектор, баға динамикасы, монетарлық шарттар, бюджет саясаты, корпоративтік есептілік және сыртқы экономикалық

конъюнктура көрсеткіштері енгізілген. Индикаторлардың әртүрлі блоктарын пайдалану сұраныс пен ұсыныстың өзара іс-қимылы, сондай-ақ іскерлік белсенділікке ішкі және сыртқы факторлардың әсері туралы кешенді ұғымды қамтамасыз етеді (ауыспалылардың толық тізбесі Қосымшада келтірілген). Бастапқы индикаторлардың бір бөлігі деректерді дайындау және алдын ала модельдеу кезеңінде төмен вариативтілік немесе факторлар динамикасына қосқан үлесі елеусіз болу салдарынан алынып тасталғанын атап өткен жөн.

Уақыт қатарлары стандартты рәсімдердің көмегімен салыстырмалы түрге келтірілді. Маусымдық түзету Х-13 ARIMA-SEATS әдісімен орындалды, логарифмдеу және саралау стационарлыққа жеткізу үшін қолданылды, стандарттау² масштабтағы айырмашылықтарды жоюға мүмкіндік берді. Айқын автокорреляциясы бар жекелеген индикаторлар үшін (құрылыс, қаржылық және сақтандыру қызметі, бизнеске кредит беру) тазартылған қалдықтарды пайдалану үшін автокорреляцияланған компонентті алдын ала бөлу рәсімі қолданылды. Соңғы деректер тақтасына бақылаулардың жалпы саны 184 болғанда 25 айлық және 16 тоқсандық айнымалылар кіреді.

Ай сайынғы макроэкономикалық индикаторлардың ауқымды тақтасында $x_{i,t}$, $i = 1, \dots, N$ ауыспалыны, $t = 1, \dots, T$ – уақыт кезеңін білдіреді. Динамикалық факторлық модельдің негізгі болжамы осы қатарлардың бірлескен қозғалысы бақыланбайтын $f_t \in R^r$ факторларының аз санымен сипатталуы мүмкін. Формальды түрде өлшеу теңдеуінің түрі мынадай болады:

$$x_t = \Lambda f_t + \varepsilon_t,$$

мұнда x_t – өлшемі $N \times 1$ бақыланатын ауыспалы векторы, Λ – өлшемі $N \times r$ факторларының жүктеме матрицасы, ε_t – идиосинкретикалық қателер векторы. Теорияда қателер шамалы ғана корреляциялануы мүмкін, дегенмен бұл жұмыста диагональды ковариациялық құрылым болжанады.

Жасырын f_t факторлардың динамикасы векторлық авторегрессиямен (VAR) сипатталуы мүмкін, бұл факторлар мен олардың лагтары арасындағы өзара іс-қимыл жасауға жол береді. Практикада мұндай икемділік көбінесе параметрлер санының айтарлықтай өсуімен және бағалаудың тұрақсыздығымен, әсіресе салыстырмалы түрде қысқа іріктемелермен жұмыс істеу кезінде қатар жүреді. Параметрлеуден тыс болдырмау үшін осы жұмыста факторларды іске асыру бірінші реттегі тәуелсіз авторегрессиялар жиынтығымен шектеледі. Формалды түрде әрбір $j = 1, \dots, r$ факторы үшін:

$$f_{j,t} = \rho_j f_{j,t-1} + \eta_{j,t}, \quad \eta_{j,t} \sim N(0, \sigma_j^2),$$

мұнда ρ_j фактордың орнықтылығын сипаттайды, σ_j^2 дисперсиясы бар $\eta_{j,t}$ инновация болып табылады. Мұндай ерекшелік жалпы компонентте

² Стандарттау - орташа мәнді шегеру және стандартты ауытқуға бөлу арқылы айнымалыларды салыстырмалы масштабқа келтіру, нәтижесінде әрбір айнымалының нөлдік орташа және бірлік дисперсиясы болады.

орнықтылықты сақтауға ықпал етеді, бұл ретте өтпелі теңдеу айтарлықтай қарапайым болып қалады.

Жалпы факторлардың динамикасынан бөлек, әрбір бақыланатын қатарға сәйкес келетін $\varepsilon_{i,t}$ идиосинкратикалық компоненттері де AR(1) тәуелсіз процестері ретінде рұқсат етіледі:

$$\varepsilon_{i,t} = \phi_i \varepsilon_{i,t-1} + \xi_{i,t}, \quad \xi_{i,t} \sim N(0, \psi_i^2),$$

мұнда ϕ_i қатарға тән орнықтылықты көрсетеді, $\xi_{i,t}$ ақ шуыл болып табылады. Идиосинкратикалық қателіктерге диагоналды ковариациялық құрылымның қабаттастыруының арқасында деректердің барлық жүйелі бірлескен динамикасы өлшемдердің корреляцияланған шуылына емес, факторларға жатқызылады.

Факторлар мен идиосинкратикалық компоненттер динамикасының AR (1) жиынтығы шектеулі іріктемелер жағдайында есептеу үшін қолайлы және тұрақты болып табылатын жай-күй кеңістігінде жүйені қалыптастырады. Бағалау максималды сенімділік әдісімен Калман сүзгісін пайдалана отырып жүргізіледі, бұл бақыланатын деректер панелі бойынша жасырын факторлардың модельдері мен траекторияларын белгілеуге мүмкіндік береді.

Модельді іс жүзінде іске асыру³ кезінде стандартты градиенттік оңтайландырғыш (шынайы болжау функциясының градиенттік ақпаратын пайдалануға негізделген оңтайландырудың сандық әдісі) шешімнің орнықты ұқсастығын қамтамасыз етпеді, бұл көптеген параметрлері бар және шынайы болжау функциясының мүмкін жатық салалары бар міндеттерге тән. Осы контекстегі оңтайландыру рәсімінің мақсаты бақыланатын деректердің ықтималдығы барынша жоғарылайтын модель параметрлерінің осындай жинағын табу болып табылады. Қосымша оңтайландырушы ретінде туындыларды есептеуді талап етпейтін және алдыңғы бағалаулар негізінде параметрлерді дәйекті нақтылауды пайдаланатын Пауэллдің градиентсіз әдісі пайдаланылды.

Факторлық уақыт қатарын алғаннан кейін тоқсандық ЖІӨ болжамының теңдеуі экспоненциалдық кемитін таразыларды пайдалана отырып, өлшенген ең аз квадраттар әдісімен құрылуы мүмкін. Мақсаты ағымдағы макроэкономикалық динамикаға тән емес болуы мүмкін экономикалық үрдістерді көрсететін неғұрлым ескі бақылаулардың әсерін азайту болып табылады. t уақытының әрбір сәті салмақ ала түседі

$$w_t = \gamma^{T-t}, \quad 0 < \gamma < 1,$$

мұнда T – іріктеменің соңғы қолжетімді нүктесі. Мұндай тәсіл кезінде соңғы байқаулар толық әсерін сақтайды, ал бұрынғы деректердің үлесі біртіндеп экспоненциалды түрде азаяды. Салмақ функциясының әсерлі интуитивтік

³ Оңтайландыру рәсімдері *statsmodels* кітапханасында іске асырылған және *SciPy* пакетін сандық оңтайландыру әдістеріне сүйенетін Python ортасында стандартты сандық алгоритмдерді пайдалана отырып орындалды.

сипаттамасы оның жартылай ыдырау кезеңімен, яғни салмақ екі есе төмендейтін кезеңдер санымен беріледі:

$$h = \frac{\ln(0.5)}{\ln(\gamma)}.$$

Бұл зерттеуде төрт тоқсанға тең жартылай ыдырау кезеңі пайдаланылады, бұл болжамды теңдеуге макроэкономикалық ортаның ағымдағы өзгерістеріне неғұрлым икемді әрекет етуге мүмкіндік береді. Бақылауларды экспоненциалдық дисконттау ЖІӨ-нің регрессиялық теңдеуін бағалау кезеңінде тікелей нысаналы функцияда бақылауларды өлшеу тетігі арқылы қолданылады:

$$y = \alpha + \beta' f_t + u_t,$$

мұнда әрбір u_t қалдықтың үлесі w_t салмағымен масштабталады. Мұндай тәсіл біртіндеп құрылымдық өзгерістерді болжайды және барлық тарихи ақпаратты ескере отырып, соңғы бақылаулардың бақыланатын әсерін қамтамасыз етеді.

Болжамдық теңдеудің тұрақтылығын арттыру үшін қосымша ең аз квадраттық әдісінің тұрақты нұсқасы болып табылатын ridge-регрессия қолданылуы мүмкін. Бұл тәсіл коэффициенттер шамасына айыппұл енгізеді, бұл қосымша айнымалыларды қосу кезінде жоғары мультиколлинеарлық немесе регрессорлардың кеңейтілген жиынтығы жағдайында бағалауды тұрақтандыруға мүмкіндік береді. Модель қателердің түрлендірілген квадраттық функциясын азайтады:

$$\beta, \alpha = \arg \min_{\alpha, \beta} \left[\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (y_t - \alpha - \beta' f_t)^2 + \lambda_R \beta' \beta \right],$$

мұнда $\lambda_R \geq 0$ – тұрақтандыру параметрі. $\lambda_R = 0$ кезінде модель әдеттегі OLS-пен сәйкес келеді, ал айыппұлдың оң мәндері кезінде коэффициенттерді бағалау неғұрлым тегістелген және деректердің кездейсоқ ауытқуларына сезімтал болмайды. Бұл қолданбалы макроэкономикалық панельдерде ерекше маңызды, онда уақытша қатарлар көбінесе елеулі өзара корреляцияны көрсетеді және қосымша айнымалыларды қосу тұрақсыз немесе шамадан тыс вариативті коэффициенттерге әкелуі мүмкін. Осылайша, ridge-регрессия қосымша факторларды, лагтарды немесе forward-looking айнымалыларын қоса алғанда, болжам теңдеуінің ерекшелігін кеңейтуге мүмкіндік береді, бұл ретте теңдеудің интерпретациялануы мен орнықтылығы іріктемедегі тиімді ақпараттың салыстырмалы тапшылығы кезінде де сақталады.

Реттеудің екі әдісі де болжамдық теңдеудің тұрақсыздығы мәселесінің әртүрлі аспектілерін шешеді. Осы әдістерді бірге пайдалану уақыт бойынша экономикалық байланыстардың өзгеруін, сондай-ақ предикторлардың артықшылығы мен коллинеарлығын есепке алуға мүмкіндік береді.

Нәтижелер мен талқылаулар

Динамикалық факторлық модельдің (DFM) айқындамасын таңдаған кезде ақпараттық өлшемшарт арасындағы айырмашылықтар елеусіз болып шықты.

Параметрлер моделінің түпкілікті таңдауы аппроксимация (in-sample fit) сапасы мен сынақ аралығындағы болжамды дәлдікті ескере отырып жасалды. Талдау шеңберінде факторлар санының әртүрлі мәндерін, динамика факторлар реті мен динамика идиосинкратиялық компоненттер реті біріктіретін 24 айқындама сынақтан өтті. Талдау нәтижелері төрт жасырын факторды, динамика факторлы және бірінші ретті қателердің авторегрессиялық құрылымын қамтитын модель ең қолайлы болып шыққанын көрсетті. Әрбір қосымша фактор факторлық құрылымның ақпараттандыруын арттырады, өйткені ол айнымалылар тақтасының бірлескен вариациясының қосымша үлесін түсіруге мүмкіндік береді. Ағымдағы айқындамада жалпы факторлық компонент бақыланатын айнымалылардың жиынтық дисперсиясының шамамен 26,1%-ын түсіндіреді, яғни кең деректер тақтасындағы тербелістердің төрттен бірінен астамы жүйелік сипатта және жалпы жасырын процестердің шектеулі санымен сипатталуы мүмкін. Вариацияның қалған бөлігі жекелеген қатарлардың идиосинкратиялық динамика, салалық ерекшеліктерін, сондай-ақ тұрақты бірлескен қозғалысты қалыптастырмайтын тұрақты емес соққыларды көрсетеді. Факторлар санының ұлғаюы дисперсияның түсіндірілетін үлесін одан әрі арттырады, бірақ бұл факторлардың экономикалық интерпретациялануының нашарлауымен, модельдің күрделілігінің артуымен және оның болжамды тұрақтылығының төмендеуімен бірге жүреді.

Факторларды түсіндіру және ЖІӨ-нің нақты өсуінің ыдырауы.

Алынған факторларды түсіндіру әрбір айнымалының сәйкес жасырын құрамдас бөлігімен байланысының дәрежесін көрсететін жүктемелердің талдау (1-кесте) негізінде жүзеге асырылады. Динамикалық факторлық модельдер жоғары өлшемді деректер тақтасынан вариацияның жалпы көздерін алатындықтан, жүктеме құрылымы әрбір фактордың мазмұнын шамамен түсінуге мүмкіндік береді. Факторлар ең алдымен көптеген көрсеткіштердің бірлескен қозғалысының статистикалық үлгілерін көрсетеді және экономиканың жекелеген секторларын қатаң бөлуге ұмтылмайды. Әдіс деректердің жасырын дисперсиясының маңызды бөлігін түсіндіретін жалпы тербелістерді түсіреді. Осы контекстте ЖІӨ-дегі факторлардың салым әдісі шығарылымның сөзбе-сөз бөлінуін емес, жалпы құрамдастардың нақты ЖІӨ-нің оның орташа тарихи өсу қарқынынан ауытқуына әсерін бағалауды білдіреді.

Бірінші фактор экономикалық динамиканың кең проциклді құрамдас бөлігін көрсетеді. Оның құрылымын көрсеткіштердің барлық негізгі топтарына бөлінген жүктемелер қалыптастырады, алайда ең үлкен салым нақты сектор айнымалылары мен іскерлік ортаның ілеспе көрсеткіштерін береді. Қаржыландыру көздері мен өтімділік, сондай-ақ фискалдық саясатты көрсететін көрсеткіштер де маңызды болып табылады, олар факторды іргелі экономикалық белсенділік индексі ретінде жалпы өндеуді күшейтеді.

Екінші фактор динамиканың қаржыландыру көздерін мен өтімділік сипаттайды және негізінен корпоративтік қаржылық ағынмен байланысты. Ең үлкен жүктемелер бизнес пен үй шаруашылықтары үшін қолжетімді қаржылық ресурстардың көлемін көрсететін ақша агрегаттары, несиелер және депозит көрсеткіштерінде болады. Корпоративтік қаржы көрсеткіштері де негізгі айнымалы факторлардың бірі болып табылады, өйткені компаниялардың қаржылық жағдайы және олардың ресурстарды тарту және пайдалану қабілеті жалпы қаржыландыру шарттарына тығыз байланысты.

Үшінші және төртінші факторлар халықаралық конъюнктураның Қазақстан экономикасына әсеріне байланысты жалпы сыртқы құрамдас бөлікті көрсетеді. Бұл факторлар ішкі экономикалық динамиканың негізгі импульстарын құрайтын сыртқы ортаның элементтерін, соның ішінде экспорттық кірістің өзгеруін, бағамдық ауытқуларды және кірістер, импорттық инфляция және сауда шарттары арқылы экономикаға берілетін баға күйзелістерін белгілейді. Сыртқы фактордың екі бөлек құрамдас бөлікке бөлінуі сыртқы айнымалылар блогының жалпы вариациясы жоғары және панельдегі бірлескен қозғалыстың ең күшті бағыттарының бірін құрайтындығына байланысты. Факторлар саны ұлғайған кезде модель сыртқы блок ішінде екі тәуелсіз қосалқы факторды бөледі. Неғұрлым агрегатталған модельде бұл құрамдас бөліктер бір сыртқы факторға біріктіріледі, бірақ ағымдағы құрылымда олар ішінара ортогональдылығының салдарынан бөлінеді. Төртінші фактор анағұрлым айқын трансмиссиялық сипатқа ие және сыртқы импульстардың ішкі экономикаға сауда, көлік және үй шаруашылықтарының қаржылық мінез-құлқы арқылы берілуіне байланысты, бұл оның ЖІӨ динамикасының ауытқуына қосқан үлесін айқынырақ етеді. Үшінші фактор әсері әлсіз және жанама болатын жалпы сыртқы фонды көрсету арқылы қосалқы рөл атқарады.

1-кесте. Латентті факторлардың жүктемелерінің, нормаланған факторлар кеңістігіндегі салмағының құрылымы

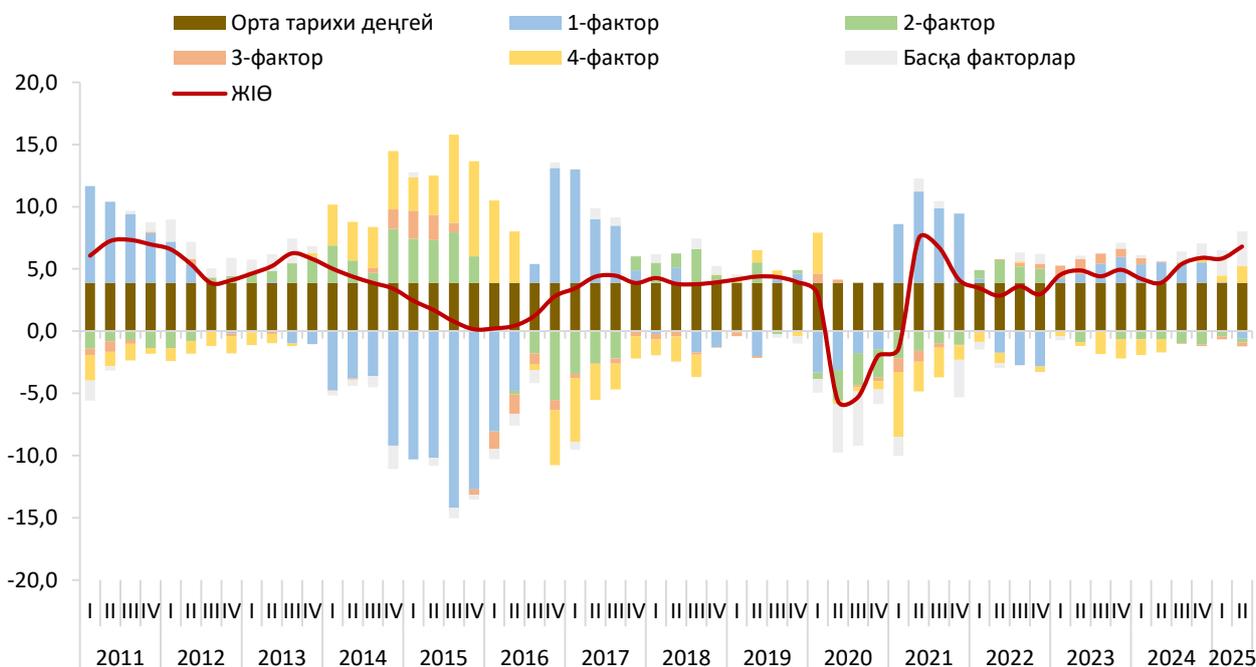
	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3	Фактор 4
Нақты сектор	0.193161	0.137172	0.051180	0.104307
Баға динамикасы	0.080784	0.110968	0.130264	0.087360
Сыртқы талаптар	0.132057	0.088652	0.379565	0.321411
Қаржыландыру мен өтімділігі	0.225112	0.498673	0.126714	0.139813
Корпоративтік қаржылар	0.125378	0.150806	0.127445	0.111759
Фискалдық саясат	0.222670	0.067194	0.123863	0.055936

Факторлық модель ЖІӨ туралы ақпаратты пайдаланбай жасырын факторларды қалыптастырады, сондықтан факторлар мақсатты түрде жасалған шығарылым көрсеткіштерінен гөрі экономикадағы көрсеткіштердің бірлескен қозғалысының құрылымдық үлгілерін көрсетеді. Олардың ЖІӨ-ге әсері регрессиялық модель арқылы бағаланады, онда коэффициенттер салым

факторларды нақты динамика ЖІӨ-нің тарихи орташа деңгейінен ауытқуына сипаттайды.

Модельдегі тұрақты (intercept) тіпті нөлдік фактор мәндерінде де шартты түрде сақталатын шығарылымның тұрақты компонентіне сәйкес келетін ЖІӨ-нің өзгеруінің орташа деңгейін тіркейді. Аналитикалық интерпретацияда оны ұзақ мерзімді өнімділік тенденцияларымен және физикалық шығарылым көлемінің кеңеюімен байланысты фондық компонент ретінде қарастыруға болады, олар панельдік деректердегі жалпы тербелістер түрінде көрінбейді, сондықтан факторлық модель арқылы алынбайды. Бұл дамушы экономикаға тән құбылыс, өйткені демографиялық динамика, капиталдың жинақталуы және инфрақұрылымның біртіндеп кеңеюі белгілі бір өсу қарқынын қалыптастырады. Бұл тұрғыда модельдің тұрақтысы макроэкономикалық көрсеткіштердің синхронды ауытқуы түрінде көрінбейтін ұзақ мерзімді құрылымдық процестер есебінен тұрақты өсу қалыптасатын қуып жететін даму әсерінің көрінісі ретінде қарастырылуы мүмкін. Бұл ретте модельдің тұрақтысын экономикалық мағынада әлеуетті өсудің тікелей көрсеткіші ретінде қарастыруға болмайды. Ол сызықтық модель айқындамасының статистикалық нәтижесі ретінде пайда болатын ЖІӨ-нің өзгеруінің орташа тарихи қарқынын көрсетеді және өнімділік, демография, капиталды жинақтау және технологиялық өзгерістер сияқты ұзақ мерзімді дамудың құрылымдық факторларын тікелей есепке алмайды.

1-график. ЖІӨ, МНҚ (OLS) өсу қарқынының ыдырауы, % г/г



Анықтама үшін: 1-фактор – нақты сектор, фискалдық саясат; 2-фактор – ақша агрегаттары, несиелер мен депозиттер; 3 және 4-факторлар – валюта бағамдары, әлемдік бағалар; басқа факторлар – идиосинкратикалық шу.

2013 жылдың ортасына дейінгі кезеңде ЖІӨ-нің орташа тарихи өсу деңгейінен оң ауытқуының негізгі көзі ішкі іскерлік белсенділікті және нақты сектордың серпінін көрсететін фактор болды (1-график). Бұл жаһандық қаржы

дағдарысынан кейін экономиканың қалпына келу кезеңіне сәйкес келеді, ол кезде өсу негізінен өндірісті, сауданы және олармен байланысты қызмет түрлерін кеңейту есебінен қалыптасты. Сонымен қатар қорландыруға және өтімділікке байланысты фактор шығарылым серпініне тежеуші ретінде ықпал етті, бұл қаржы жағдайларының толық қалпына келмеуін және дағдарыстан кейінгі экономикалық өсуге қаржы ағындарының әлсіреген трансмиссиясын көрсетеді. Қосымша сыртқы конъюнктура осы кезеңде белгісіз болып қалды, бұл орнықты сыртқы проциклдік импульстің қалыптасуын шектеді.

2013 жылдың соңынан бастап 2016 жылдың ортасы аралығындағы кезең ішкі экономикалық конъюнктураның нашарлауымен, сыртқы және ішкі күтпеген өзгерістерді жиынтығы аясында іскерлік белсенділіктің баяулауымен сипатталады. 2014 жылы әлемдік мұнай бағасының төмендеуі және Қазақстанның ірі сауда серіктесі – Ресейдегі экономикалық жағдайдың нашарлауы белгісіздікті күшейтіп, нақты сектордың динамикасын тежеді. Бұл бірінші фактордың теріс үлесі арқылы көрініс тауып, ішкі экономикалық белсенділіктің орташа тарихи өсу деңгейімен салыстырғандағы проциклдік импульсінің әлсірегенін көрсетті. Сонымен қатар айырбастау бағамын ұстап тұру саясаты және валюталық резервтерді пайдалану сыртқы жағдайлардың күрт нашарлауын реттей отырып, ішкі бағалар мен күтулердің құбылмалылығын шектей отырып, номиналды буфер болды. Резервтерді жұмсау импортқа жоғары сұраныспен және валюталық өтімділіктің әкетілуімен қатар жүрсе де, ішкі белсенділікті түзету ауқымын жеңілдетті. Бұл кезеңде институционалдық және режимдік өзгерістер, атап айтқанда инфляциялық таргеттеу режиміне және өзгермелі айырбастау бағамына көшу маңызды рөл атқарды. Бұрын қайта бағаланған нақты айырбастау бағамының әлсіреуі және күтулердің тұрақтануы артық импортты шектеді және сол арқылы экономикалық серпінде тұрақтандырушы рөлді орындай отырып, ішкі теңгерімсіздікті төмендетті. Қорландыру және өтімділік факторы өз бетінше өсу көзін қалыптастырмай, бірақ ЖІӨ-нің орташа тарихи өсу қарқынынан ауытқуды жеңілдете отырып, оң үлес қосты. Жалпы алғанда осы кезеңде экономика тұрақты проциклдік өсуді қалыптастыру емес, бейімделу және күтпеген өзгерістерді реттеу режимінде болды.

2017-2019 жылдары ЖІӨ серпіні орташа тарихи өсу деңгейіне жақын қалыптасты. Жекелеген компоненттер тарапынан тұрақты оң немесе теріс импульстердің болмауы өсу теңгерімді сипатта болған макроэкономикалық тұрақтандыру фазасын көрсетеді. Әртүрлі кезеңдерде жекелеген факторлардың үлесі әртүрлі бағыттағы серпінге ие болды, алайда олардың жиынтық әсері айтарлықтай дәрежеде өзара өтелді, бұл шамадан тыс өсуінің немесе құлдыраудың басым көздерінің жоқтығын көрсетеді. Осы кезеңдегі экономикалық өсу алдыңғы құрылымдық күтпеген өзгерістерден кейін экономиканың қалыпқа келуін және тұрақты жұмыс істеуін көрсетті.

2020 жылы коронавирус пандемиясы және карантиндік шектеулер енгізілген жағдайда ішкі тұтынудың құлдырауы, ұтқырлықтың шектелуі, логистикалық тізбектердің бұзылуы және сыртқы сауда белсенділігінің төмендеуі барлық факторлардың теріс үлесінде көрініс тапты. 2022 жылы бірінші фактордың теріс үлесі сауда байланыстарының бұзылуы және геосаяси шиеленістің күшеюі аясында нақты сектордың белгісіздігінің өсуін және проциклдік серпінінің әлсіреуін көрсетеді. Сонымен бір мезгілде екінші фактордың оң үлесі қарастырылып отырған кезеңдегі орташа көрсеткішке қарағанда неғұрлым айқын және синхронды болып шыққан қаржыландыру мен өтімділік көрсеткіштерінің серпінімен байланысты. Депозиттерге қаражат орналастыруды және трансшекаралық есеп айырысулар мен операциялар жүргізуді қоса алғанда, корпоративтік және жеке қаржы ағындарын Ресейден Қазақстанға қайта бөлу елеулі рөл атқарды. Бұл процесс өндіріске инвестициялардың өсуін көрсетпейді, депозиттік базаның кеңеюін және қаржы жүйесінің айналымының ұлғаюын сипаттайды. Бұл контексте өтімділік агрегаттарының ұлғаюы экономиканы нақты қаржыландырудың өсуіне баламалы емес, алайда факторлық модель шеңберінде ол осы кезеңде негізінен тұрақтандыру функциясын орындайтын қаржылық компоненттің үлесін күшейтеді.

Соңғы кезеңдерде ЖІӨ-нің орташа тарихи деңгейден ауытқуын қалыптастыруда нақты сектордың рөлінің өзгеруі байқалады. 2025 жылы нақты ЖІӨ-нің өсуінің жалғасуына қарамастан, бірінші фактордың әсері іс жүзінде байқалмайды. Бұл ағымдағы өсудің көп жағдайда сандық сипатта екенін және шығарылымның уақытша немесе экстенсивті факторлар есебінен кеңеюімен байланысты екенін көрсетеді, ал нақты сектордың сапалы ішкі драйверлері шектеулі әсер етеді.

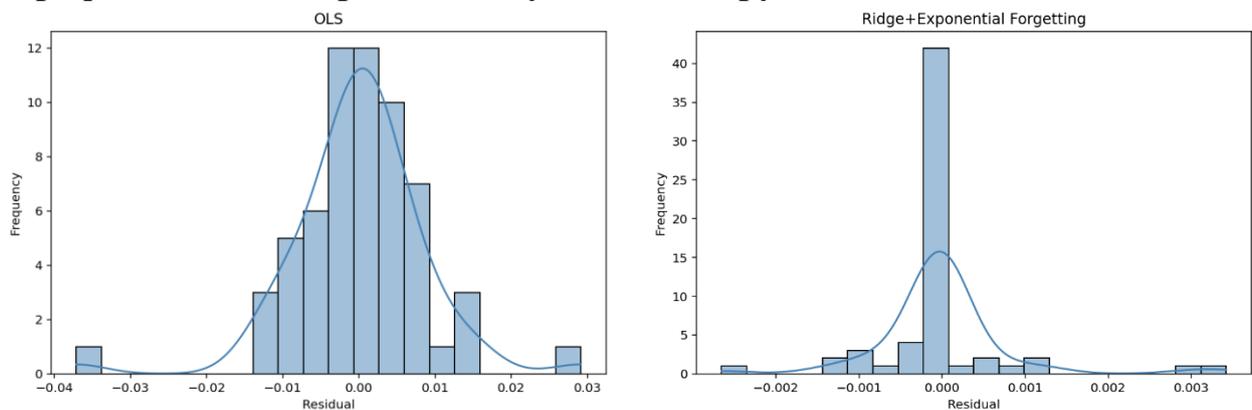
Нақты траектория мен модельдік бағалау арасындағы алшақтық әрбір фактордың көрсеткіштердің кең жиынтығын біріктіруімен байланысты болуы мүмкін, ал фактор ішіндегі кіші кластерлер бір-бірінен алшақтаған кезеңдерде нәтижелік индекс реттеліп, амплитудасын жоғалтады. Ұсынылған декомпозиция барлық тарихи іріктемеде факторлар мен ЖІӨ-нің орташа желілік байланысын көрсететін және модельдің дұрыс ерекшелігі, параметрлердің тұрақтылығы және жүйелі бұзушылықтардың болмауы туралы стандартты болжамдарға сүйенетін қарапайым желілік регрессияға негізделгенін қосымша ескеру қажет.

Болжау әдістері және болжам дәлдігін салыстырмалы бағалау.

Сызықтық регрессия (OLS) ерекшеліктерінің қарапайымдылығына қарамастан, модель қолайлы түсіндіру қабілетін көрсетеді. Макроэкономикалық деректерге тән жоғары құбылмалылық және жиі тұрақсыз күтпеген өзгерістер жағдайында, 0.566 деңгейіндегі R^2 факторлық құрылым шын мәнінде тоқсандық шығарылым вариациясының маңызды бөлігін көрсететінін куәландырады. Сонымен қатар орташа квадраттық қате ($rmse = 0.0083$) ЖІӨ-нің қалыпты

ауытқу ауқымының шамамен 65%-ына жетеді ($\sigma = 0.0127$). Мұндай нәтиже модель дисперсияның едәуір бөлігін түсіндіреді, бірақ жекелеген тоқсандық өзгерістердің амплитудасын дәл қайта жаңғырту қабілеті шектеулі күйінде қалатынын білдіреді. Сонымен қатар қалдықтарды диагностикалау сызықтық регрессияның классикалық болжамдарынан ауытқуды көрсетеді. Қателерді бөлу теріс жаққа қарай ассиметриямен, сондай-ақ бөлу шегінде шығарындылардың болуымен сипатталады (2-график). Jarque-Bera тесті қалдықтардың қалыпты болуы туралы гипотезаны сеніммен қабылдамайды. Гетероскедастияға арналған Breusch-Pagan тесті қателердің тұрақты дисперсиясы гипотезасынан ауытқуын да көрсетеді. Аталған ерекшеліктер модельдің айырбастау бағамының өзгермелі режиміне көшуге байланысты 2015 жылы теңгенің күрт әлсіреуі, 2020 жылғы пандемия немесе 2022 жылғы геосаяси оқиғалар сияқты ірі күтпеген өзгерістерге толық бейімделмейтінін білдіреді.

2-график. Қалдықтардың бөлінуін салыстыру



Реттелген әдісті талдау (Ridge+Exponential Forgetting) оқыту үлгісі шегінде модельдік бағалау сапасының жоғарылауын көрсетеді. Өлшемді анықтау коэффициенті 0.578-ге жетеді, ал өлшемді орташа квадраттық қате 0.0053-ке дейін төмендейді, бұл тоқсандық құбылуларды сипаттау дәлдігінің айтарлықтай жақсарғанын көрсетеді. Қалдықтарды өлшеу құрылымы қалдықтардың таралуын қалыптастыруда шешуші рөл атқарады. Қалдықтардың негізгі бөлігі нөлдің айналасындағы тар диапазонда шоғырланған, бұл гистограмманың орталық бағанының биіктігінің күрт өсуімен көрінеді, бірақ таралу шеттерінде сирек ауытқулар сақталады (2-график). Таралу асимметриясы оңға қарай жылжыды, бұл модель ЖІӨ-нің оң өсу қарқынын бағаламайтын кезде жеке эпизодтардың болуын көрсетеді. Ескі бақылаулардың экспоненциалды салмағының төмендеуі модельге макроэкономикалық режимдердің өзгеруіне тезірек бейімделуге мүмкіндік береді және құрылымдық ескірген ақпараттың әсерін азайтады. Сонымен қатар ridge теңдеуіндегі айыппұл коэффициенттерді тұрақтандырады және түсіндірме айнымалылар санын көбейту кезінде модельді қайта даярлаудан (overfit) қорғайды. Осылайша, қателіктердің дисперсиясы уақыт өте келе тұрақты болып, гетероскедастиканы толығымен жояды. Қалдықтардың автокорреляциясына арналған диагностикалық сынақтарды

қолдану нәтижелері модель қателіктерінде статистикалық маңызды уақыт тәуелділігінің болуын көрсетеді. Бұл осы ерекше нұсқамада ЖІӨ динамикасының бір бөлігі факторлардың ағымдағы мәндерімен толық жойылмайды және қалдықтарда инерциялық компонент ретінде сақталатынын көрсетеді.

Модельдердің болжамды дәлдігін бағалау кеңейтілетін үлгіні пайдалана отырып, жалған-нақты уақыт шеңберінде жүргізіледі. Бастапқы оқыту кезеңі 2010 жылғы екінші тоқсаннан бастап 2022 жылғы бірінші тоқсанға дейінгі уақыт аралығын қамтиды. Әрі қарай, әрбір келесі итерацияда оқыту үлгісі бір тоқсанға кеңейеді, нақты болжамды раундтың шарттарына ұқсатуға мүмкіндік беретін тиісті уақытта қол жетімді деректер қолданылады. Әрбір итерацияда үш кезеңге болжамдар жасалады (nowcast, $t+1$ мен $t+2$) және ағымдағы тоқсанда тек бір айлық нақты деректер бар деп болжануда. Динамикалық факторлық модельдегі факторлар әр итерацияда қайта бағаланады, бұл болашақ деректердің болуын жоққа шығарады (forward-looking bias). Сынақ кезеңі 2022 жылғы төртінші тоқсанынан 2025 жылғы екінші тоқсанға дейінгі аралықты қамтиды. Болжамдардың сапасы RMSE, MAE және Тейл (Theil's U) коэффициенті арқылы бағаланады, олар әр итерацияда бөлек емес, әр болжамды кезеңде бөлек есептеледі.

Салыстыру үшін нұсқаулық ретінде үстіртін болжам (Тейл коэффициенті арқылы бағалау) және ЖІӨ-нің AR(1) авторегрессиялық моделі қолданылады. Регрессор ретінде төрт жасырын факторды қамтитын OLS моделі жалпы ЖІӨ-нің құбылмалылығына қатысты салыстырмалы болжау қабілетін көрсетеді ($\sigma = 0.0127$). Бұл ретте болашақтағы болжамдардың дәлдігі ағымдағы тоқсанға қарағанда жоғары болады (2-кесте). Ақпарат толық болмаған жағдайында динамикалық факторлық модель Калман іріктеуі арқылы қалыптасқан жасырын жағдайлардың реттелген априорлық бағалауларына көбірек сүйенеді, бұл сызықтық ерекше нұсқамадағы бизнес циклінің ағымдағы фазасын анықтау дәлдігін төмендетеді. Болжамды кезең ұлғайған сайын тоқсан ішіндегі белгісіздіктің рөлі төмендейді және факторлардың динамикасы көбінесе өздерінің инерциялық құрылымымен анықталады, бұл болжамдар орнықтылығының жоғарылауына әкеледі. OLS моделі Тейл коэффициенті бойынша үстіртін болжамнан айтарлықтай асып түссе де, ол қарапайым ЖІӨ AR(1) моделінен төмен. Бұл ЖІӨ-нің қысқа мерзімді динамикасында шығарылымның өзіндік инерциясы маңызды рөл атқаратынын көрсетеді, ал факторлық ақпарат ұзақ мерзімді кезеңде болжамды динамиканы жақсартады.

2-кесте. OLS және AR(1) модельдері болжамдарының дәлдігін салыстыру

GDP, OLS

	RMSE	MAE	Theil U1
nowcast	0.007428	0.006301	0.298309
t+1	0.006165	0.004603	0.267683
t+2	0.006232	0.004911	0.269399

GDP, AR(1)

	RMSE	MAE	Theil U1
nowcast	0.006173	0.004694	0.263819
t+1	0.006319	0.004962	0.275454
t+2	0.006372	0.004983	0.279015

Реттелген модельде ерекше нұсқамаға жасырын факторлардан басқа, қалдықтардың автокорреляциясының болуына байланысты ЖІӨ-нің бірінші уақыттық кешеуілі қосымша енгізіледі. Қателердің автокорреляциялық құрылымы коэффициенттердің ішінара қысылуына әкелетін реттелудің өзі нәтижесінде де, соңғы бақылаулардың әсерін күшейтетін экспоненциалды салмақтарды қолдану арқылы да қалыптасуы мүмкін екенін ескеру қажет, яғни шығарылымның инерциясы негізінен соңғы бірнеше жылда пайда болуы мүмкін. Реттеу параметрінің мәні (λ , shrinkage coefficient) кросс-валидация негізінде таңдалды, бұл модельдің ауысымы мен дисперсиясы арасындағы оңтайлы тепе-теңдікті қамтамасыз етуге мүмкіндік берді. Реттелген модельдің нәтижелері (3-кесте) OLS және AR(1)-мен салыстырғанда жоғары болжамды дәлдікті көрсетеді. Болжамдардың сапасын арттыруда модельдің экономикадағы өзекті қатынастарға бағдарлануы, сондай-ақ авторегрессиялық компонент арқылы ЖІӨ динамикасының инерциясын ішінара есепке алу шешуші рөл атқарады.

3-кесте. Реттелген модель мен AR(1) болжамдарының дәлдігін салыстыру

GDP, Ridge+Exp.Forg.

	RMSE	MAE	Theil U1
nowcast	0.005388	0.004306	0.221441
t+1	0.005836	0.004531	0.248103
t+2	0.006063	0.004487	0.261612

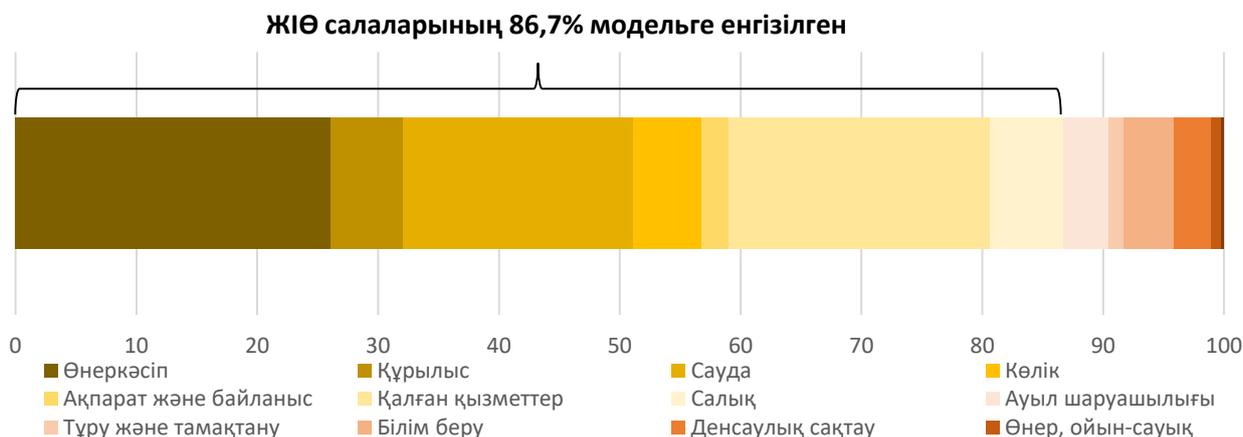
GDP, AR(1)

	RMSE	MAE	Theil U1
nowcast	0.006173	0.004694	0.263819
t+1	0.006319	0.004962	0.275454
t+2	0.006372	0.004983	0.279015

ЖІӨ-ні болжаумен қатар, бағаланған жасырын факторлар жеке макроэкономикалық және салалық көрсеткіштерді болжау үшін де қолданылады. Регрессия параметрлері бағалаудың тұрақтылығын арттыруға және өзекті қатынастарға назар аударуға мүмкіндік беретін реттелген әдісті қолдану арқылы бағаланады. Болжамдардың ең үлкен дәлдігі ЖІӨ салалары үшін, әсіресе қызмет көрсету секторында байқалады, бұл көбінесе деректердің сипатына, оларды біріктіруге және жалпы макроэкономикалық факторлармен аса жоғары үйлестіруге байланысты (Қосымша). Салыстырмалы түрде жоғары болжамды дәлдік депозит пен кредит беруге байланысты айнымалылар үшін, сондай-ақ ішкі қаржылық жай-күйлерді көрсететін ақша агрегаттары үшін байқалады. Сонымен бірге валюта бағамдарының болжамдары төмен дәлдікпен сипатталады, бұл бағамдардың жалпы макроэкономикалық компоненттерге бағытталған модельде тиісінше есепке алынбайтын сыртқы күтпеген

өзгерістерге, жаңалықтарға және қысқа мерзімді күтулерге тәуелділігімен түсіндіріледі. Болжау нәтижелері орташа квадраттық қатенің мәні айнымалылардың стандартты ауытқуынан төмен болатын айнымалылар үшін ұсынылған, бұл тиісті қатарлардың қарапайым вариациясымен салыстырғанда болжамды белгісіздіктің айтарлықтай төмендегенін көрсетеді.

3-график. Қазақстанның 2024 жылғы ЖІӨ-сінің құрылымы



ҚР СЖРА ҰСБ деректері бойынша, болжалды айнымалылар панеліне енгізілген салалар жиынтығында экономиканың жалпы қосылған құнының шамамен 86,7%-ын құрайды (3-график). Бұл ұсынылған факторлық модель шығарылым құрылымының басым көпшілігін қамтиды және бірыңғай макроэкономикалық факторлық база негізінде ЖІӨ-нің негізгі компоненттері бойынша келісілген болжамдар жасауға мүмкіндік береді дегенді білдіреді. Осылайша, модель ЖІӨ-нің жиынтық болжау құралы ғана емес, сонымен қатар жүйелік макроэкономикалық қатынастармен анықталатын экономиканың негізгі салаларының динамикасын талдау мен болжаудың эконометрикалық негізі болып табылады.

Қорытынды

Бұл жұмыста Қазақстанның ЖІӨ-сін, сондай-ақ экономиканың жекелеген салаларын қысқа мерзімді болжау моделі ұсынылды және сыналды, модель бақылауды жүйелейтін және бейімделген өлшеу элементтері бар динамикалық факторлық құрылымға негізделген. Макроэкономикалық индикаторлардың кең панелін пайдалану экономикадағы бірлескен динамиканың негізгі көздерін көрсететін орнықты жасырын компоненттерді шығаруға мүмкіндік берді, ал Калман сүзгісін қолдану толық емес және асинхронды ақпарат жағдайында модельдің дұрыс жұмыс істеуін қамтамасыз етті.

Эмпирикалық нәтижелер факторлары бар негізгі OLS моделі қолайлы болжау қабілетін қамтамасыз ететінін және аңғырт бағдарлаудан айтарлықтай асып түсетінін көрсетеді, алайда қысқа мерзімді келешекте ЖІӨ-нің қарапайым

авторегрессиялық моделіне жетпейді. Бұл ЖІӨ динамикасында, әсіресе жоғары белгісіздік жағдайында шығарылым инерциясының маңызды рөлін көрсетеді. Бақылаудың экспоненциалды дисконттау тетігі бар жүйеленген модель, ең алдымен, ағымдағы кезең үшін өзекті өзара байланыстарға баса назар аударып, инерциялық компоненттерді ішінара есепке алып, болжамның дәлдігін айтарлықтай арттыруға мүмкіндік береді. Модель бағалауларының орнықтылығын жоғалтпай, алдыңғы қатарлы индикаторларды (forward-looking) қоса алғанда, түсіндірме айнымалылар жиынтығын кеңейту болжаудың дәлдігін арттырудың қосымша бағыты бола алады.

Нәтижелер факторлық құрылым экономикалық белсенділіктің көрсеткіштерін болжау үшін ең тиімді екенін растайды, олардың динамикасы орнықты макроэкономикалық өзара байланыстармен, соның ішінде қызмет көрсету секторындағы шығарылыммен, ақша агрегаттарымен, депозиттермен және кредиттеумен анықталады. Сонымен бірге жоғары құбылмалылықпен және сыртқы факторларға тәуелділікпен сипатталатын айнымалыларды осы сипаттама шеңберінде болжау мүмкін емес. Жалпы, жасырын факторларды пайдалану ЖІӨ-нің негізгі компоненттерінің динамикасын жан-жақты қамтуды қамтамасыз ете отырып, экономика салаларының едәуір бөлігін болжауға мүмкіндік береді.

Ұсынылған модель экономикалық өсу факторларын құрылымдық түсіндіруді талап етпейтінін және қатаң экономикалық мағынада ықтимал шығарылымды бағалау болып табылмайтынын атап өткен жөн, бірақ бұл модель жеке факторлардың ЖІӨ-нің нақты динамикасының орташа тарихи өсу деңгейінен ауытқуына қосқан үлесін сандық бағалауға мүмкіндік береді. Оның негізгі мақсаты – қысқа мерзімді болжамдардың сапасын арттыру. Болашақта дамудың перспективалық бағыттары модельдің желілік емес элементтерін кеңейту, ықтимал режимдік ауысуларды есепке алу, сондай-ақ құрылымдық макроэкономикалық модельдермен факторлық тәсілді интеграциялау болып табылады.

Әдебиеттер тізімі

- De Mol, C., Giannone, D., & Reichlin, L. (2008). Forecasting using a large number of predictors: Is Bayesian regression a valid alternative to principal components? *Journal of Econometrics*, 146(2), 318–328. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2008.08.011>
- Doz, C., Giannone, D., & Reichlin, L. (2006). A quasi-maximum likelihood approach for large approximate dynamic factor models. *Review of Economics and Statistics*, 94(4), 1014–1024. https://doi.org/10.1162/REST_a_00225
- Giannone, D., Reichlin, L., & Small, D. (2008). Nowcasting: The real-time informational content of macroeconomic data. *Journal of Monetary Economics*, 55(4), 665–676. <https://doi.org/10.1016/j.jmoneco.2008.05.010>
- Hastie, T., Tibshirani, R., & Friedman, J. (2009). *The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction* (2nd ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-84858-7>
- Mariano, R. S., & Murasawa, Y. (2003). A new coincident index of business cycles based on monthly and quarterly series. *Journal of Applied Econometrics*, 18(4), 427–443. <https://doi.org/10.1002/jae.695>
- Orlov, K. (2019). Assessment and analysis of the effectiveness of dynamic factor models for GDP estimation and forecasting: Evidence from Kazakhstan. Working Paper. <https://www.nationalbank.kz/file/download/8979>
- Stock, J. H., & Watson, M. W. (2002). Macroeconomic forecasting using diffusion indexes. *Journal of Business & Economic Statistics*, 20(2), 147–162. <https://doi.org/10.1198/073500102317351921>
- West, M., & Harrison, J. (1997). *Bayesian Forecasting and Dynamic Models* (2nd ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4612-0844-2>

Қосымша

1-кесте. Қолданылатын айнымалылар тізімі

	Айнымалылар	Жиілігі	Маус. түзет.	Типі
Нақты сектор	Тау-кен өнеркәсібі	ай	+	индекс
	Өңдеу өнеркәсібі	ай	+	индекс
	Құрылыс	ай	+	индекс
	Тұрғын үй алаңын енгізу	ай	+	индекс
	Бөлшек сауда	ай	+	индекс
	Көтерме сауда	ай	+	индекс
	Жүк айналымы	ай	+	индекс
	Жолаушылар айналымы	ай	+	индекс
	Байланыс	ай	+	индекс
	Негізгі капиталға инвестициялар	ай	+	индекс
	Қаржылық және сақтандыру қызметі	тоқсан	+	нақты деңгей
	Жылжымайтын мүлік операциялары	тоқсан	+	нақты деңгей
	Кәсіби ғылыми қызмет	тоқсан	+	нақты деңгей
	Әкімш. көмек. қызмет көрсету	тоқсан	+	нақты деңгей
	Мемлекеттік басқару	тоқсан	+	нақты деңгей
	Қызметтердің басқа түрлері	тоқсан	+	нақты деңгей
	Азық-түлік салығы	тоқсан	+	нақты деңгей
Жалақы	тоқсан	+	деңгей, дефлир.	
Баға	ТБИ	ай	+	индекс
	Өңдеу өнеркәсібіндегі ӨБИ	ай	-	индекс
Қаржыландыру және өтімділік	Бизнеске кредит беру	ай	+	деңгей, дефлир.
	ҮШ кредит беру	ай	+	деңгей, дефлир.
	Бизнес депозиттері	ай	+	деңгей, дефлир.
	ҮШ депозиттері	ай	+	деңгей, дефлир.
	M0	ай	+	деңгей, дефлир.
	M2	ай	+	деңгей, дефлир.
Фиск алды қ	Ағымдағы мемлекеттік шығыстар	тоқсан	+	деңгей, дефлир.
	Күрделі мемлекеттік шығыстар	тоқсан	+	деңгей, дефлир.
Корпоративтік сектор	Ақшалай қаражат	тоқсан	-	деңгей, дефлир.
	Дебиторлық берешек	тоқсан	-	деңгей, дефлир.
	Негізгі құралдар	тоқсан	+	деңгей, дефлир.
	Аяқталмаған құрылыс	тоқсан	-	деңгей, дефлир.
	Жарғылық капитал	тоқсан	-	деңгей, дефлир.
	Салыққа дейінгі кіріс маржасы	тоқсан	-	ара қатынасы
Сыртқы жағдайлар	REER	ай	-	индекс
	Brent	ай	-	ном. баға
	Мыс	ай	-	ном. баға
	Темір	ай	-	ном. баға
	FAO	ай	-	индекс
	USD/KZT	ай	-	ном. деңгей
	RUB/KZT	ай	-	ном. деңгей

2-кесте. Айнымалыларды болжау дәлдігі

Өңдеу өнерк. σ **0.040320**

	RMSE	MAE	Theil U1
nowcast	0.036422	0.028657	0.655663
t+1	0.035807	0.028713	0.667553
t+2	0.037675	0.031127	0.726535

Көтерме сауда σ **0.073435**

	RMSE	MAE	Theil U1
nowcast	0.041020	0.025909	0.687732
t+1	0.038705	0.025994	0.656044
t+2	0.044526	0.027751	0.767205

Байланыс σ **0.037672**

	RMSE	MAE	Theil U1
nowcast	0.033818	0.028117	0.662156
t+1	0.032744	0.026614	0.630331
t+2	0.031096	0.026000	0.592300

Негізгі капиталға инвестициялар σ **0.044727**

	RMSE	MAE	Theil U1
nowcast	0.038056	0.032993	0.596136
t+1	0.039047	0.034613	0.630325
t+2	0.042272	0.036350	0.702937

FAO σ **0.056514**

	RMSE	MAE	Theil U1
nowcast	0.032325	0.024222	0.749844
t+1	0.032168	0.025356	0.852111
t+2	0.036386	0.026368	0.876298

Brent σ **0.177268**

	RMSE	MAE	Theil U1
nowcast	0.115695	0.106612	0.643760
t+1	0.113947	0.089982	0.854572
t+2	0.117725	0.097330	0.877179

Тұрғын үй алаңын енгізу σ **0.126425**

	RMSE	MAE	Theil U1
nowcast	0.094782	0.072842	0.894429
t+1	0.085810	0.066772	0.837883
t+2	0.088833	0.069127	0.869364

Жолаушылар айналымы σ **0.185458**

	RMSE	MAE	Theil U1
nowcast	0.079711	0.063207	0.589334
t+1	0.053957	0.026619	0.690507
t+2	0.040792	0.026896	0.566065

Өңдеу өнерк. ОБИ σ **0.063600**

	RMSE	MAE	Theil U1
nowcast	0.042279	0.037022	0.606878
t+1	0.039515	0.033892	0.647226
t+2	0.041845	0.036387	0.656951

ТБИ σ **0.013432**

	RMSE	MAE	Theil U1
nowcast	0.007483	0.006373	0.135638
t+1	0.008615	0.007287	0.157442
t+2	0.009600	0.008652	0.176909

НТАБ σ **0.056128**

	RMSE	MAE	Theil U1
nowcast	0.034858	0.029906	0.564315
t+1	0.041347	0.034420	0.794994
t+2	0.040692	0.029855	0.781175

Мыс σ **0.088394**

	RMSE	MAE	Theil U1
nowcast	0.064619	0.058275	0.759430
t+1	0.060617	0.052529	0.892078
t+2	0.050948	0.041251	0.747097

2-кесте. Айнымалыларды болжау дәлдігі (жалғасы)

Temp σ **0.181309**

	RMSE	MAE	Theil U1
nowcast	0.143335	0.120523	0.919725
t+1	0.123661	0.107421	0.865747
t+2	0.122268	0.102889	0.853553

Бизнес кредиттері σ **0.169506**

	RMSE	MAE	Theil U1
nowcast	0.118836	0.094183	0.889670
t+1	0.114749	0.090289	0.887496
t+2	0.114882	0.091596	0.886453

Бизнес депозиттері σ **0.056842**

	RMSE	MAE	Theil U1
nowcast	0.027614	0.021457	0.649714
t+1	0.031046	0.024123	0.777288
t+2	0.029979	0.023209	0.741716

M0 σ **0.050063**

	RMSE	MAE	Theil U1
nowcast	0.027606	0.022173	0.645454
t+1	0.027347	0.021836	0.875386
t+2	0.027939	0.022507	0.909372

Қарж. сақт. қызметі σ **0.047498**

	RMSE	MAE	Theil U1
nowcast	0.009727	0.007910	0.666891
t+1	0.010531	0.008377	0.739551
t+2	0.009343	0.007617	0.663219

Кәсіби ғылыми қызмет σ **0.028894**

	RMSE	MAE	Theil U1
nowcast	0.010081	0.008428	0.565508
t+1	0.009747	0.008375	0.597354
t+2	0.009707	0.008308	0.632832

USD/KZT σ **0.063891**

	RMSE	MAE	Theil U1
nowcast	0.042465	0.036911	0.552077
t+1	0.042040	0.037817	0.666196
t+2	0.040229	0.036830	0.645800

ҮІІ кредиттері σ **0.118595**

	RMSE	MAE	Theil U1
nowcast	0.045932	0.035811	0.422669
t+1	0.036815	0.027554	0.467651
t+2	0.037030	0.030149	0.452726

ҮІІ депозиттері σ **0.069506**

	RMSE	MAE	Theil U1
nowcast	0.021030	0.018063	0.301724
t+1	0.021996	0.018521	0.324672
t+2	0.022370	0.018043	0.333963

M2 σ **0.042281**

	RMSE	MAE	Theil U1
nowcast	0.019633	0.015486	0.460124
t+1	0.023706	0.018960	0.601292
t+2	0.023162	0.018251	0.583879

Жылж. мүлікпен операциялар σ **0.019521**

	RMSE	MAE	Theil U1
nowcast	0.003561	0.002820	0.389904
t+1	0.002590	0.002165	0.284257
t+2	0.002755	0.002311	0.302083

Әкімш қосалқы басқ σ **0.032072**

	RMSE	MAE	Theil U1
nowcast	0.006702	0.005754	0.702645
t+1	0.006731	0.005637	0.783085
t+2	0.007359	0.006027	0.773800

2-кесте. Айнымалыларды болжау дәлдігі (жалғасы)

Мемлекеттік

басқару σ 0.038547

	RMSE	MAE	Theil U1
nowcast	0.024404	0.021081	0.744338
t+1	0.024169	0.021691	0.792367
t+2	0.021412	0.018538	0.707553

Басқа қызметтер σ 0.273217

	RMSE	MAE	Theil U1
nowcast	0.022465	0.016779	0.882107
t+1	0.022930	0.017509	0.883350
t+2	0.020351	0.015507	0.784469

Азық-түлік

салығы σ 0.035644

	RMSE	MAE	Theil U1
nowcast	0.014804	0.010646	0.506116
t+1	0.013988	0.009662	0.472067
t+2	0.014830	0.010289	0.499374