



ЭДИЙН ЗАСГИЙН САРЫН ИНДИКАТОР

Э.Хосбаяр¹

Хураангуй: Монгол Улсын эдийн засгийн төлөв байдлыг илэрхийлэх гол үзүүлэлт болох ДНБ нь улирлын давтамжтай бөгөөд дунджаар 1.5 сарын хоцрогдолтой зарлагддаг тул эдийн засагт болж буй гэнэтийн өөрчлөлт, нөхцөл байдлыг цаг тухайд нь үнэлэхэд тодорхой бус байдал нүүрлэдэг. Энэхүү судалгааны зорилго нь уг тодорхой бус байдлыг бууруулах, эдийн засгийн төлөв байдлыг бодит цаг хугацаанд илэрхийлэх эдийн засгийн сарын индикатор (ЭЗСИ) боловсруулахад оршино. Ингэхдээ Монгол Улсын макро эдийн засгийн 2003-2024 оны сарын давтамжтай өгөгдлүүдээс статистик ба туршлагад суурилсан шүүлтээр сонгосон 10 үзүүлэлтийг ашиглаж, динамик фактор загвараар индикаторыг тооцоолов. Боловсруулсан ЭЗСИ нь Монгол Улсад тохиолдсон макро эдийн засгийн гол эргэлтийн цэгүүд, түүний дотор 2008–2009 оны дэлхийн санхүүгийн хямрал болон 2020–2021 оны КОВИД-19 цар тахлын уналтыг өндөр нарийвчлалтай илэрхийлж байна. Мөн индикаторыг FA-U-MIDAS загварт суурилсан богино хугацааны таамаглалд ашиглахад жишиг загваруудтай харьцуулахад таамаглалтын алдаа мэдэгдэхүйц буурч, ДНБ-ий өсөлтийг 2–3 сарын өмнө илүү үнэн зөв урьдчилан мэдээлэх боломж бүрдүүлэв. Иймээс эдийн засгийн сарын индикатор нь Монгол Улсын бодлого боловсруулагчдад эдийн засгийн нөхцөл байдлыг илүү шуурхай, найдвартай үнэлэх, мөн богино хугацааны таамаглалыг сайжруулах үр ашигтай хэрэгсэл болохыг үр дүн харууллаа.

Түлхүүр үгс: Динамик фактор загвар, эдийн засгийн сарын индикатор, тухайн улирлын таамаглал.

JEL ангилал: C38, E32, E37, E01.

¹ Монголбанк, Судалгаа статистикийн газар, Судалгааны хэлтэс, Ахлах эдийн засагч.
Цахим хаяг: khosbayar.e@mongolbank.mn

I. Удиртгал

Макро эдийн засгийн бодлого боловсруулахад эдийн засгийн төлөв байдлыг цаг хугацаанд нь, оновчтой үнэлэх нь чухал ач холбогдолтой. Гэвч гол макро эдийн засгийн статистик үзүүлэлтүүд ихэвчлэн хугацааны хоцрогдолтой нийтлэгддэг тул эдийн засагт үүсэж буй гэнэтийн өөрчлөлтийг цаг тухайд нь илрүүлэх, бодит цагийн (“real-time”) үндэслэлтэй хариу арга хэмжээ авах боломжийг хязгаарлаж, бодлогын үр ашгийг бууруулж байдаг (Mongardini & Saadi-Sedik, 2003).

Эдийн засгийн мөчлөгийг хэмжих оролдлого анх Mitchel болон Burns тэргүүтэй судлаачдын АНУ-ын Үндэсний Эдийн Засгийн Судалгааны байгууллага (NBER)-д хийсэн судалгаагаар эхэлсэн бөгөөд тэд эдийн засгийн салбаруудыг чиглүүлдэг нийтлэг далд хүчин зүйлс байдаг гэсэн таамаглалыг дэвшүүлсэн юм (Mazzi & Ozyildirim, 2017). Улмаар “зэрэгцээ” болон “түрүүлэгч” зэрэг индикаторыг боловсруулж, эдийн засгийн ерөнхий чиг хандлагыг нэгтгэн үнэлэх аргачлалууд хөгжсөн. Mitchell & Burns (1938) хувьсагчдын хугацааны цувааны динамик хөдөлгөөнийг ажиглан сонголт хийж, дундажлах арга ашигласан ч энэхүү ажиглалтад суурилсан арга зүй нь математик үндэслэл дутагдалтай гэх шүүмжлэлд өртсөн. Тодруулбал, 1947 онд тэдний арга зүйг Koopmans & Tjalling (1947) “*онолгүйгээр хэмжсэн*” хэмээн тодорхойлсон нь NBER-ийн индикаторын үр дүнг тайлбарлах, хувьсагчдын цаадах үндсэн үйл явцыг ойлгоход албан статистикийн тайлбар дутагдалтай байсныг тодотгосон юм. Удалгүй Stock & Watson (1989) нар энэхүү сул талыг шийдвэрлэх зорилгоор статистик суурь сайтай динамик фактор загвар (ДФЗ)-ыг санал болгосон нь индикаторын судалгаанд шинэ чиг хандлага нээжээ.

Mitchell болон Burns нарын ажлаас хойш индикатор боловсруулах чиглэлээр олон тооны онол болон практикийн судалгаа хийгдсэн ч нийтээр хүлээн зөвшөөрөгдсөн, тогтмол хэрэглэдэг индикатор харахан бүрдээгүй байна (Bujosa et al., 2020). ДНБ болон түүний өсөлтийн үзүүлэлт нь эдийн засгийн ерөнхий төлөвийг илэрхийлэх стандарт хэмжигдэхүүн боловч хэд хэдэн сул талтай. Тодруулбал, сарын төлөвийг илэрхийлэх боломжгүй, хугацааны хоцрогдолтой нийтлэгддэг тул тухайн нөхцөл байдалд хариу арга хэмжээ авахад хүндрэлтэй, мөн завсар тооцоолууд дараа нь ихээр хийгддэг байдал нь бодлогын шийдвэр гаргалтад саад болдог. Монгол Улсад 2021 оноос эхлэн сарын давтамжтай ДНБ-ий өсөлтийн туршилт тооцооллыг хийж эхэлсэн нь энэ асуудлыг шийдвэрлэх нэг оролдлого боловч түүний чанар, найдвартай байдалд тодорхойгүй байдал хэвээр байна.

Индикатор тооцох арга зүй нь энгийн дундажлах аргаас эхлээд загварт суурилсан статистикийн аргачлалууд хүртэл өргөн хүрээг хамардаг. Гэхдээ тоон өгөгдлийн чанараас хамаарч голлон (i) NBER-CB (Conference Board)-ийн уламжлалт индикаторын арга зүй, (ii) Stock-Watson (SW)-ийн загварт суурилсан динамик факторын арга зүй гэж хоёр хэсэгт хуваагддаг (Matta, 2014). NBER-CB арга нь онолын үндэслэл сул тул хувьсагч сонголт субъектив байх эрсдэлтэй. Харин динамик фактор загвар нь олон хувьсагчдын нийтлэг хөдөлгөөнийг ялган авч, ДНБ-г таамаглахад

давуу талтай болсон. Сүүлийн жилүүдэд сар болон улирлын тоон мэдээллийг нэгтгэсэн холимог давтамжтай фактор загварууд түгээмэл ашиглагдаж байна (Camacho & Perez-Quiros, 2010; Frale & Monteforte, 2010; Mariano & Murasawa, 2003).

Манай улсад сарын давтамжтай тоон өгөгдлүүдийг ашиглан эдийн засгийн индикатор тооцсон судалгаа одоогоор хийгдээгүй байна. Харин түрүүлэгч индикатор тооцсон хоёр судалгаа бий. Тухайлбал, Даваажаргал нар (2021) судалгааны ажилдаа 2010-2020 оны Монголын макро эдийн засгийн сарын давтамжтай 88 хувьсагчдыг ашиглан ДНБ-ий түрүүлэгч индикаторыг хоёр алхамт, квази хамгийн их үнэний хувь бүхий ДФЗ-аар үнэлсэн бол Bataa (2012) нь сарын давтамжтай 51 хувьсагчдыг шинжлэн бизнесийн мөчлөгийн эргэлтийн цэгийг сайн таамагладаг, ДНБ-тэй өндөр хамааралтай хувьсагчдыг тодорхойлсон.

Энэхүү судалгааны ажлаар Монгол Улсын эдийн засгийн төлөв байдлыг илэрхийлэх сарын давтамжтай “*Эдийн засгийн сарын индикатор (ЭЗСИ)*”-г динамик фактор загварт тулгуурлан боловсруулахыг зорилоо. Ингэснээр манай улсын эдийн засгийн нөхцөл байдлыг оновчтой илтгэх сарын давтамжтай үзүүлэлтийг тооцох боломжтой эсэхэд хариулт өгөх юм. ЭЗСИ-г Bai & Ng (2008) нарын санал болгосон хатуу босго утгатай хувьсагч сонголтын аргачлалыг ашиглан индикаторын бүрэлдэхүүн хувьсагчдыг тодорхойлж, ДФЗ-аар ЭЗСИ-г тооцсон. Улмаар индикаторын практик ач холбогдлыг нэмэгдүүлэх үүднээс ДФЗ болон фактороор өргөтгөсөн MIDAS (FA-U-MIDAS) загвар ашиглан ДНБ-ий өсөлтийн богино хугацааны таамаглалыг хийснээрээ тус судалгаа онцлог боллоо².

Судалгааны хоёрдугаар ЭЗСИ боловсруулахад ашигласан тоон өгөгдөл, судалгааны арга зүй, хувьсагч сонголт, үнэлгээний үр дүнг тайлбарласан бол дөрөвдүгээр хэсэгт ЭЗСИ-д тулгуурласан ДНБ-ий таамаглалын үр дүнг танилцуулах болно. Сүүлийн хэсэгт судалгааг нэгтгэн дүгнэнэ.

II. Эдийн засгийн сарын индикаторын тооцоолол

2.1 Тоон өгөгдөл

ЭЗСИ-ыг тооцохын тулд эдийн засгийн өргөн хүрээг хамрахуйц, сарын давтамжтай боломжит 59 хувьсагчийг 2003:M1-2024M12 хүртэл цуглуулав. Гэхдээ бүх хувьсагчид уг хугацаанд бүрэн мэдээлэлтэй биш тул өгөгдлийн сан бүрэн бус бүтэцтэй байна. Bańbura & Rünstler (2007) нарын санал болгосны дагуу хувьсагчдыг 3 үндсэн бүлэгт ангиллаа. Тодруулбал, бодит сектор (hard) 27, санхүүгийн (financial) 31, асуулгын (soft) 1 хувьсагч. Шинжилгээнд ашиглах бүх хувьсагчийг стандарт хэлбэрт буюу тэг дундажтай, нэг стандарт хазайлтад оруулах ёстой. Энэ үүднээс логарифм авах, нэгдүгээр эрэмбийн ялгавар зэрэг тохируулгыг хувьсагч бүрд хийж боловсруулав

² Энэхүү судалгаа нь Австрали Улсын сарын эдийн засгийн үзүүлэлтийг боловсруулсан Hartigan нар (2024) судалгааг гол чиглэл болгон авч, Монгол Улсын тоон мэдээллийг ашиглан хийж гүйцэтгэв.

(Хавсралт 1). Хувьсагчдын Монгол Улсын ДНБ-ий өсөлттэй хамааралтай байдлыг НАС (Heteroskedasticity and Autocorrelation Consistent) тогтвортой ковариацийн матриц ашиглан Wald статистикаар эрэмбэлсэн. Мөн регрессет ДНБ-ий хоцрогдлын утгыг хяналтын хувьсагч болгон оруулж, КОВИД-19 цар тахлын нөлөөг 2020:Q1-2021:Q4 хооронд засварлах 8 дамми хувьсагчийг нэмж оруулав.

2.2 Судалгааны арга зүй

1. Хувьсагч сонголт

Хэт олон хувьсагчийг загварт оруулах нь үргэлж оновчтой байдаггүй (Bańbura et al., 2013). Зарим хувьсагчид мэдээллийн шуугиан ихтэй эсвэл макро эдийн засгийн динамикийг хангалттай тусгаж чаддаггүй тул фактор загварын үнэлгээнд сөргөөр нөлөөлөх боломжтой. Мөн богино давтамжтай үзүүлэлтүүд нь эдийн засгийн бодит хөдөлгөөнийг бүрэн илэрхийлдэггүй тул загварын үнэлгээний нарийвчлалыг бууруулах эрсдэлтэй. Иймээс ДФЗ-д олон хувьсагч оруулах боломжтой ч зөв хувьсагчдыг сонгон үнэлгээнд оруулах нь чанарыг сайжруулах үндсэн нөхцөл болдог (Cascaldi-Garcia et al., 2023). Иймээс индикатор тооцоход тулгардаг гол бэрхшээлийн нэг бол хувьсагч сонголт юм. Хувьсагч сонголт хийхгүйгээр боломжит бүх хувьсагчдыг фактор загварт оруулан үнэлэх боломжтой ч сүүлийн үеийн судалгаануудад факторын үнэлгээг хийхээс өмнө хувьсагчдын тоог цөөлөх, шүүх алхмыг түгээмэл ашигладаг (Hartigan & Rosewall, 2024).

Хувьсагч сонгох нийтээр хүлээн зөвшөөрөгдсөн нэг арга байхгүй ч практикт үндсэндээ туршлагад суурилсан, статистикт суурилсан гэсэн хоёр хандлагад хуваан авч үзэж болно (Cascaldi-Garcia et al., 2023). Годруулбал, АНУ-ын Conference Board эдийн засгийн гол үзүүлэлтүүдийг шууд сонгон, туршлагад суурилсан аргаар индикаторыг тогтмол тооцдог³. Харин статистикт суурилсан аргын хувьд хувьсагчийг ДНБ-ий өсөлттэй хэр хамааралтай байгаагаар үнэлж сонгодог. Тухайлбал, Bhadury нар (2021), Rašić Bakarić нар (2016) ажлуудад тоон үзүүлэлтүүдээс ДНБ-ий өсөлттэй өндөр хамааралтай хувьсагчдыг корреляцийн шинжилгээ ашиглан сонгож, сонгогдсон хувьсагчдыг бизнесийн мөчлөгийн эргэлтийн цэгтэй давхцаж буй байдлаар нь шинжлэн хувьсагчдыг шүүж гол үнэлгээг хийжээ. Мөн дээрх хоёр аргыг хослуулан ашигласан ажлууд ч цөөнгүй байна (Murphy, 2005). Бас нэгэн судлаачдын дунд мэтгэлцээний сэдэв нь үнэлгээнд нэгтгэсэн тоон мэдээллийг түүний бүрэлдэхүүн хэсэгтэй хамтад нь оруулах эсэх талаар юм. Тухайлбал, импортын тоо хэмжээг түүний дэд бүлэг болох аж үйлдвэрлэлийн орцын импорттой хамтад нь үнэлэх гэх мэт. Харин Doz нар (2011), Bańbura нар (2013), Bańbura & Modugno (2014) ажлуудад ДФЗ-ийн үнэлгээнд эдгээрийг хамтад нь оруулах нь үр дүнг муутгадаггүй болохыг харуулсан байна. Мөн гол чиглэл авч буй Hartigan нар (2024) ажилд хамтад нь авчээ.

³ АНУ-ын Conference Board-ийн индикатор тооцдог аргачлал нь тун энгийн буюу эдийн засгийн гол хувьсагчдыг сонгон авч стандарт хэлбэлт оруулан жин оноох байдлаар тооцооллыг хийдэг.

Манай судалгаанд статистик болон туршлагад суурилсан хандлагыг хослуулж, нэгтгэсэн болон бүрэлдэхүүн тоон мэдээллийг аль алиныг нь ашигласан. Тодруулбал, эхний алхамд боломжит бүх тоон өгөгдлийг цуглуулж, статистик аргаар ДНБ-ий өсөлттэй хамааралтай хувьсагчдыг шүүж авах юм. Ингэхдээ Bai & Ng (2008) нарын санал болгосон хатуу босго утга (hard threshold) ашиглав. Энэ нь ДНБ-ий ирээдүйн утгыг түүний 4 хожимдлын утга болон хувьсагч бүрийг нэг нэгээр нь регресс оруулсан загвар үнэлж, абсолют t статистик утгаар нь хувьсагчдыг эрэмбэлэх юм. Үүний дараа статистикийн тодорхой ач холбогдлын түвшинд харгалзах t статистикаар босго утга тогтоож босго утга даваагүй хувьсагчдыг хасна. Харин энд регрессийг үнэлж, эрэмбэлэхдээ Wald статистикийг⁴ ашиглав⁵. Эцэст нь туршлагад суурилсан хандлагаар мэдээллийн давхардалтай эсвэл хоорондоо хэт уялдаа бүхий хувьсагчдыг ач холбогдлыг харгалзан хасаж, эцсийн хувьсагчдын багцыг бүрдүүлсэн.

Энд Wald статистик ашигласан шалтгааныг тайлбарлая. Хувьсагчдыг эрэмбэлэх гол санаа бол ДНБ болон тайлбарлагч хувьсагч бүрийн хувьд регресс үнэлж, ач холбогдлыг харгалзан үзэн t статистикаар эрэмбэлэх. Гэвч энд хоёр асуудал үүсэж байна. Нэгдүгээрт, сарын давтамжтай өгөгдлүүдийг улирлын түвшинд шилжүүлэх асуудал. Сарын цувааг улирал руу дундажлах нь чухал динамик мэдээллийг орхигдуулах эрсдэлтэй. Иймд холимог давтамжийн санааг ашиглан улирал бүрийн эхний, дунд, сүүлийн сарын үзүүлэлтүүдийг хамтад нь авч гурван ялгаатай улирлын хувьсагч болгон регресс оруулав. Хоёрдугаарт, регресс бүрийн хувьд зөвхөн нэг сарын хувьсагчийн статистикийг харах байсан бол гурван ялгаатай улирлын хувьсагчийн коэффициентийг нэгэн зэрэг шалгах шаардлага үүсэж байна. Иймд $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$ гэсэн тэг таамаглалд суурилсан Wald тест статистикийг шалгасан.

2. Динамик фактор загвар

ДФЗ нь таамаглал хийхэд голчлон ашиглагддаг, үл ажиглагдах нийтлэг хэсгийг ялгах авдаг аргачлал юм. Эдийн засгийн сарын индекс (ЭЗСИ)-ийн үнэлгээнд ойролцоо ДФЗ ашигласан бөгөөд төлөв байдлын огторгуйд дараах байдлаар тодорхойлогдоно.

$$x_t = \sum_{i=0}^s \Lambda_i f_{t-i} + \varepsilon_t, \quad \varepsilon_t \sim i.i.d N(0, R) \quad (1)$$

$$f_t = \sum_{i=0}^p \Phi_i f_{t-i} + \eta_t, \quad \eta_t \sim i.i.d N(0, Q) \quad (2)$$

Энд x_t нь $n \times 1$ хэмжээт ажиглагдсан хувьсагчдын вектор, f_t нь $q \times 1$ хэмжээт нийтлэг факторын вектор, Λ_i нь фактор болон хувьсагчдын $s \times t$ хэмжээт матриц. Тодруулбал, n хувьсагчийн тоо, q нь факторын тоо, s нь факторын хожимдлын

⁴ Дараагийн хэсэгт дэлгэрэнгүй тайлбарлав.

⁵ Цуглуулсан тоон өгөгдөл маань бүрэн бус (unbalanced) тул бүрэн (balanced) тоон өгөгдөл шаарддаг зөөлөн босго утга (soft threshold) болон LARS, LASSO, Elastic Net зэрэг аргыг ашиглаагүй болно.

хамгийн их утга, t ажиглагдсан хувьсагчдын хугацааны урт болно. Фактор болон хувьсагчдын матриц нь нийтлэг вариацийг хэмждэг бол динамик факторууд нь $VAR(p)$ процессоор загварчлагддаг тул ϕ_i нь $q \times q$ хэмжээст матриц болно.

ДФЗ-ийн үнэлгээг үндсэндээ гурван төрлийн аргаар хийх боломжтой (Cascaldi-Garcia, Luciani, & Modugno, 2023). Тодруулбал, PCA (Нэгдсэн бүрэлдэхүүн хэсгийг шинжилгээ) болон Калман шүүлтүүр, EM (Expectation-Maximization) алгоритм, Бэйсийн дүгнэлтэд суурилсан арга зэрэг юм. Харин үнэлгээг EM (Expectation-Maximization) алгоритмаар хийсэн бөгөөд энэ нь 2 алхмаас бүрдэнэ. Эхний алхам болох “E-step”-д Калман шүүлтүүр ашиглан факторыг ялган авна. Үүний дараа “M-step”-д ялган авсан фактороо ашиглан регресс үнэлж, хүлээгдэж буй лог-магадлалыг хамгийн их болгох замаар параметруудийг үнэлнэ. Ингэхдээ загварт дараах хувиргалтыг хийнэ.

$$x_t = \Lambda F_t + \varepsilon_t \quad (3)$$

$$f_t = \Phi F_{t-1} + G \eta_t \quad (4)$$

Хэмжилтийн тэгшитгэл нь статик хэлбэртэй бөгөөд Stock & Watson (2002) нарын тодорхойлсны дагуу $r = q(s + 1)$ байна. Хэрэв $k = \max(p, s + 1)$ бол F_t нь $qk \times 1$ хэмжээст динамик вектор, Λ нь $qk \times 1$ хэмжээст динамик факторын коэффициентын матриц, Φ нь $qk \times qk$, G нь $qk \times q$ хэмжээст матрицууд байна. Төлөв байдлын огторгуйн загварыг ашиглах нь бүрэн бус (unbalanced) тоон өгөгдөл дээр хялбар, үр ашигтай ажиллах боломжийг олгодог.

ДФЗ-ыг үнэлэхийн тулд эхлээд 4 чухал хэмжигдэхүүнийг урьдчилан тодорхойлох шаардлагатай. Тодруулбал, динамик факторын тоо (q), динамик факторын коэффициентын матрицын тоо (s), хоцрогдлын зэрэг (p) болон нормчлох зэрэг юм. Динамик факторын тоог сонгохдоо өгөгдлийн нийт вариацийг тайлбарлах хувийг үндэслэн шийдвэрлэсэн (Б.Эрхэмбаяр & Ж.Энхбаяр, 2025). Вариацийг 60-иас дээш тайлбарлах нөхцөлийг хангахын тулд хоёр фактор сонгосон. Динамик факторын коэффициентын матрицын тоог Luciani (2020) тулгуурлан $r = q(s + 1)$ тэгшитгэлийн дагуу сонгов. Хоцрогдлын зэргийг AIC болон SIC шалгууруудыг үнэлэв. Харин нормчлолын хувьд фактор тус бүрийн нормчлол (Named factor normalization) аргыг ашиглав (Даваажаргал et al., 2021).

Мөн индикатор доторх хувьсагчдын нөлөөг салган харах зорилгоор ДФЗ-ыг төлөв байдлын огторгуйн хэлбэрт тодорхойлж, Калман шүүлтүүр ашиглав. Математик тавил дараах байдлаар тодорхойлогдоно.

Калман шүүлтүүр:
$$F_t = \Phi F_{t-1} + K_t(y_t - \Lambda(\Phi F_{t-1})) \quad (5)$$

Хувьсагч бүрийн нөлөө:
$$D_t = K_t \odot [(y_t - \Lambda(\Phi F_{t-1}))' \otimes I_r] \quad (6)$$

Нөлөөг Калманы тэгшитгэл оруулах:
$$F_t = \Phi F_{t-1} + D_t I_N \quad (7)$$

Энд K_t нь t хугацаан дахь Калманы ололт (Kalman gain) бөгөөд энгийнээр $t - 1$ хугацааны мэдээлэлд үндэслэн таамагласан утгыг t хугацааны таамаглалыг шинэ ажиглалтаар засахад ашиглах алдааны жин. D_t нь хувьсагч бүрийн Калман шүүлтүүрийн таамагласан утгыг шинэчлэх үе дэх алдааны засварын хувь нэмрийг задалсан матриц. F_t нь динамик факторын шинэчилсэн утга.

3. FA-U-MIDAS загвар

MIDAS регресс нь холимог давтамжийн бусад аргуудтай харьцуулахад заавал улирал дууссаны дараа биш улирал дотор таамаглал хийж, сарын тоо гарах болгонд таамаглал шинэчлэгдэх боломж олгодог юм. FA-U-MIDAS загвар дараах байдлаар илэрхийлэгдэнэ.

$$y_t = \beta_0 + \sum_{k=1}^{k-1} \beta_k L^{k/m} x_t^{(m)} + \epsilon_t \quad (8)$$

Энд y_t нь ДНБ-ий өсөлт, x_t нь ЭЗСИ бөгөөд улирал доторх сараасаа шалтгаалан $i \in \{3, 2, 1, 0\}$ харгалзан төсөөлөл, 1, 2, 3 сарын таамаглал гэсэн 4 таамаглалаас бүрдэнэ. Тодруулбал, $i = 2$ гэвэл тухайн улирлын 1 сарын тоон мэдээлэл мэдэгдсэн таамаглал хийнэ гэсэн үг.

Улирал дунд сарын тоо мэдээллүүд мэдэгдэх үед регресс дэх тайлбарлагч хувьсагчдын тоо нэмэгдэнэ. Тухайлбал, $i = 3$ (төсөөлөл) үед таамаглах улирлын талаар ямар ч мэдээлэл байхгүй тул өмнөх улирал хүртэлх тоон мэдээллийг ашиглана. Өөрөөр хэлбэл, улирал бүрийн эхний, дунд, сүүл саруудыг нийлүүлж 3 ялгаатай улирлын хувьсагч үүсгэж регрестт оруулах юм. Дараах байдлаар тодорхойлогдоно.

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_{t-1} + \beta_2 x_{t-\frac{4}{3}} + \beta_3 x_{t-\frac{5}{3}} + \epsilon_t \quad (9)$$

Харин $i = 0$ болох үед тухайн таамаглал хийх улирлын тоон мэдээллүүд мэдэгдэж регрестт нэмэлт хувьсагч байдлаар орно. Тодруулбал, улирлын ялгаатай 3 хувьсагч өөрсдийн нэг хожимдлын утгын хамт регрестт орсон гэсэн үг.

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_t + \beta_2 x_{t-\frac{1}{3}} + \beta_3 x_{t-\frac{2}{3}} + \beta_4 x_{t-1} + \beta_5 x_{t-\frac{4}{3}} + \beta_6 x_{t-\frac{5}{3}} + \epsilon_t \quad (10)$$

Мөн сарын тоон өгөгдлүүдийг дундчилж, дундаж хөрвүүлсэн үнэлгээг нэмж хийсэн болно.

2.3 Шинжилгээний хэсэг

1. Тоон өгөгдлийн шинжилгээ

Нийт цуглуулсан 59 хувьсагчаас Wald статистикийн хатуу босго тогтоосноор бодит секторын 8, асуулгын 1, санхүүгийн 8 гэсэн нийт 17 хувьсагчид үлдэв (Хавсралт 3). Гэвч хувьсагчид нэгэндээ агуулагдах эсвэл давхардал үүсгэхээр байсан тул

мэдээллийн давхардал, хоорондын өндөр уялдаа зэргээс шалтгаалан дахин шүүж, нийт 10 хувьсагчийг эцсийн үнэлгээнд үлдээсэн.

- *Гадаад секторыг илэрхийлэх 6 хувьсагчид:* төлбөрийн тэнцлийн бараа, үйлчилгээний дебит дүн, түүхий эдийн үнийн индекс, БНХАУ-ын PMI, уул уурхайн салбарын экспорт, зэсийн үнэ, импортын үнийн индекс;
- *Дотоод секторын 4 хувьсагчид:* Дотоодын худалдааны салбарын НӨАТ-ын дүн, хуучин орон сууцны үнийн индекс, иргэдийн зээлийн үлдэгдэл, бодлогын хүү гэх 4 хувьсагчид багтаж байна.

Хассан хувьсагчдыг дурдвал төлбөрийн тэнцлийн бараа, үйлчилгээний кредит дүнг уул уурхайн салбарын экспорттой, АҮСҮ-ийн бүтээгдэхүүний орцын болон барилгын материалын импортыг төлбөрийн тэнцлийн бараа, үйлчилгээний дебиттэй, чанаргүй зээлийн үлдэгдэл болон гүйлгээнд гаргасан бэлэн мөнгийг иргэдийн зээлийн үлдэгдэлтэй хамааралтай гэж үзэн хасав.

Хүснэгт 1. ЭЗСИ тооцоход ашигласан хувьсагчдын статистик

	Хувьсагчид	Ажиглалт	Дундаж	Мед	Хазайлт	Хам. их	Хам. бага	Хэмж. нэгж
1	Түүхий эдийн үнийн индекс	264	78.2	75.9	25.7	140.1	28.9	индекс
2	БНХАУ-ын PMI	240	51.3	50.9	2.5	56.6	36.4	индекс
3	Зэсийн үнэ	264	6.6	6.9	2.1	10.3	1.6	мянган \$
4	Бараа, үйлчилгээний дебит	193	696.4	674.5	291.7	1,569.7	151.9	сая \$
5	Уул уурхайн салбарын экспорт	264	417.8	328.7	347.7	1,445.0	3.0	сая \$
6	Импортын үнийн индекс	264	104.2	101.9	18.3	162.6	68.4	индекс
7	Бодлогын хүү	264	10.5	11.0	2.6	16.1	4.1	хувь
8	Иргэдийн зээлийн үлдэгдэл	204	6.7	5.6	4.9	22.4	0.9	их наяд ₮
9	HPI – Хуучин	144	1.0	1.0	0.1	1.3	0.9	индекс
10	НӨАТ (Худалдаа)	93	3.1	1.4	2.3	8.0	0.5	их наяд ₮

Тайлбар: Бодлогын хүү хувьсагчийн 2000:М1-2007:М6 хүртэлх тоон мэдээллийг төв банкны үнэт цаасны жигнэсэн дундаж хүүгээр орлуулав.

Эх сурвалж: Австралийн төв банк, Монголбанк, ҮСХ, Тэнхлэг зууч, Татварын Ерөнхий Газар, БНХАУ-ын Үндэсний статистикийн байгууллага, Судлаачийн тооцоолол

Мөн үнэлгээнд ашигласан тоон өгөгдлийн хязгаарлагдмал байдлыг доорх хүснэгтэд харуулав. Тодруулбал, 10 хувьсагчийн мэдээлэл 2017 оноос хойш л бүрдэж байгаа бөгөөд 2003-2005 оны хооронд ердөө 5 хувьсагч л бүрэн мэдээлэлтэй байжээ.

Хүснэгт 2. ЭЗСИ-д тооцоход ашигласан хувьсагчдын тоо

	Бодит	Асуулга	Санхүү	Нийт		Бодит	Асуулга	Санхүү	Нийт
2003	1	0	4	5	2014	2	1	6	9
2004	1	0	4	5	2015	2	1	6	9
2005	1	1	4	6	2016	2	1	6	9
2006	1	1	4	6	2017	3	1	6	10
2007	1	1	4	6	2018	3	1	6	10
2008	1	1	5	7	2019	3	1	6	10
2009	2	1	5	8	2020	3	1	6	10
2010	2	1	5	8	2021	3	1	6	10
2011	2	1	5	8	2022	3	1	6	10
2012	2	1	5	8	2023	3	1	6	10
2013	2	1	6	9	2024	3	1	6	10

Эх сурвалж: Судлаачийн тооцоолол

2. Үнэлгээний үр дүн

Эхний ээлжид динамик факторын тоог тогтоох хэрэгтэй байдаг. Ингэхдээ хувьсагч сонголтын үе шатанд үлдсэн хувьсагчдын хувьд динамик факторуудын тоог тогтооход эхний фактор дангаараа нийт вариацийн 44.2 хувийг тайлбарлаж байсан бол 2 дахь фактор нэмэгдэхэд тайлбарласан вариацийн хэмжээ 69.4 хувь болж өссөн байна (Хүснэгт 3). Иймд динамик факторын тоог 2 байхаар авав. Мөн ЭЗСИ-ыг тооцохдоо бүх хувьсагчийг хамарсан өргөтгөсөн тоон өгөгдлийг ашигласан бол эхний 2 факторын вариацийн хувь 54.1 хувьтай тэнцэх байжээ. Энэ нь хувьсагчийг сонголтын үе шатын ач холбогдлыг илтгэж, факторын үнэлгээний чанарыг сайжруулж байгааг харах боломжтой. Үнэлгээний үр дүнд динамик факторын коэффициентын матрицын тоо нь 1.5 байсан тул тоймлон 2 матрицыг ашигласан бол хоцрогдлын оновчтой утгыг 1-ээр сонгосон.

Хүснэгт 3. Вариацийн тайлбарлалтын хувь (Eigenvalue), хувиар

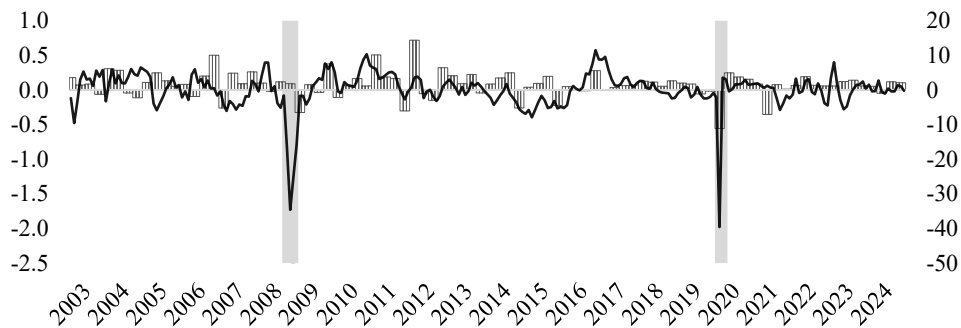
Факторын тоо	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Динамик (q)	44.2	69.4	82.7	89.4	93.5	96.1	97.8	98.9	99.6	100.0
Статик (r)	21.4	37.5	52.6	65.8	75.1	83.3	89.1	94.4	97.6	100.0
Өргөтгөсөн	32.9	54.1	67.9	77.5	84.6	89.8	93.4	96.2	98.4	100.0

Тайлбар: Эдгээр хувь нь фактор нь тоон өгөгдлийн хэлбэлзлийн хэдэн хувийг тайлбарлаж буйг харуулна. Тухайлбал, 1 дүгээр фактор дангаараа нийт тоон өгөгдлийн хэлбэлзлийн 44.2 хувийг, эхний 2 фактор нийлээд 69.4 хувийг тайлбарлаж байна. Хамгийн эхний фактор хамгийн өндөр хувийг тайлбарлах хандлагатай байдаг. Динамик гэдэг нь динамик факторын тоо, статик гэдэг нь статик факторын тоо буюу хувьсагч сонголт хийсний дараах факторын тоо бол өргөтгөсөн гэдэг нь хувьсагч сонголт хийхгүйгээр бүх тоон өгөгдлийг хамарсан үеийн фактор тоо.

Эх сурвалж: Судлаачийн тооцоолол

ЭЗСИ-ыг 2003:М2-2024:М4 хугацаанд тооцооллоо. Эдийн засгийн төлөвийг илэрхийлэх тус индикатор нь 2008-2009 оны дэлхийн санхүүгийн хямрал болон 2020-2021 оны КОВИД-19 цар тахлын уналтын үеүдийг тодорхой тусгаж чадсан байна.

Зураг 1. Эдийн засгийн сарын индикатор, индекс

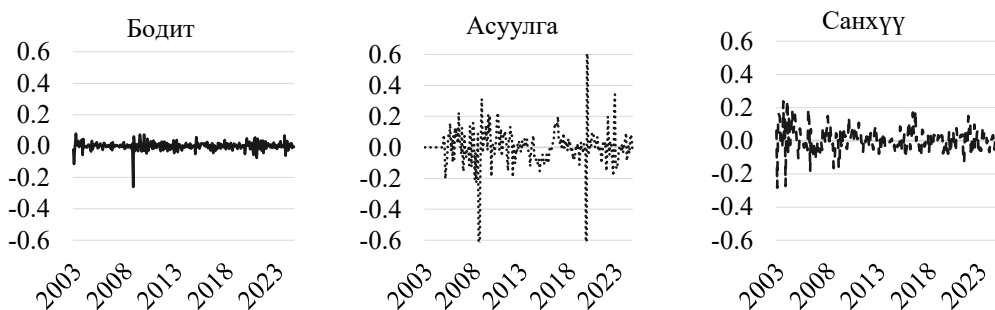


Тайлбар: Бүдэг цэнхэр өнгөөр улирлын нөлөөллийг арилгасан тухайн улирлын ДНБ-ий өсөлт, саарал өнгөөр эдийн засгийн хямралууд 2008:М9-2009:М1, 2020:М1-М4 үеүдийг тус тус харуулав.

Эх сурвалж: Судлаачийн тооцоолол

Калман шүүлтүүрээр хувьсагчдын бүлгээр ЭЗСИ-г задлан шинжилбэл гол хэлбэлзлийг асуулгын хувьсагч үүсгэж байна (Хүснэгт 4). Тодруулбал, БНХАУ-ын PMI индекс эдийн засгийн огцом уналтын үеүдийг хамгийн сайн илэрхийлж, ЭЗСИ-ын хэлбэлзлийн гол эх үүсвэр болж байна. Дэлхийн эдийн засаг, санхүүгийн хямралын үед санхүүгийн үзүүлэлтүүдээс илүүтэй асуулгын хувьсагч чухал нөлөөтэй байжээ. Энэ нь Hartigan нар (2024) судалгааны Австрали улсын жишээтэй ижил үр дүнг харуулж байна. Харин санхүүгийн хувьсагчид нийт хугацааны туршид бодит хувьсагчдаас илүүтэй хэлбэлзлийг тайлбарлаж байгаа боловч бодит хувьсагчид 2008-2009 оны хямралыг тайлбарлахад чухал үүрэгтэй байна. Нөгөө талаас, хувьсагчдын жингээр хэмжсэн хувь нэмрийн хувьд түүхий эдийн үнийн индекс хамгийн өндөр жинтэй бол БНХАУ-ын PMI харьцангуй бага жинтэй байна (Хавсралт 4). Энэ жин нь хоцрогдогч утгуудыг оруулсан жингүүдийн нийлбэр бөгөөд БНХАУ-ын PMI жин дотроо хамгийн өндөр хэлбэлзэлтэй байна.

Зураг 2. ЭЗСИ-ын задаргаа, бүлгээр

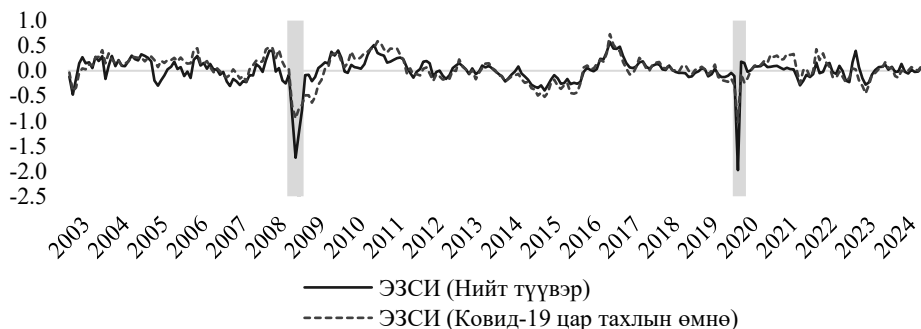


Тайлбар: Бодит хувьсагчдын бүлэгт уул уурхайн салбарын экспорт, төлбөрийн тэнцлийн бараа, үйлчилгээний дебит дүн, НӨАТ-ын худалдааны салбарын хувьсагчид орно. Харин асуулгын хувьсагчдын бүлэгт БНХАУ-ын PMI индекс орсон бол санхүүгийн бүлэгт түүхий эдийн үнийн индекс, хуучин орон сууцны үнийн индекс, зэсийн үнэ, иргэдийн зээлийн үлдэгдэл, бодлогын хүү, импортын үнийн индекс тус тус оров.

Эх сурвалж: Судлаачийн тооцоолол

Үнэлгээний үр дүнгийн тогтвортой байдлыг шалгах зорилгоор хоёр ялгаатай түүврийн хувьд параметруудийг үнэлэн ЭЗСИ-г тооцож, харьцуулав. Энэ нь нийт түүвэр (2003-2024) болон КОВИД-19 цар тахлын өмнөх үе (2003-2019) үеүд юм. Үр дүнд хоёр индикаторын ерөнхий динамик төстэй байсан ч гол ялгаа нь хямралын үеүдэд тохиолдож, нийт түүврээс тооцсон индикатор эдийн засгийн уналтыг илүү хүчтэй харуулжээ. Мөн цар тахлын дараах сэргэлтийн үед өсөлт нийт түүврээс тооцсон индикатораар харьцангуй бага гарсан. Цаашлаад 2023 оноос хойш давхацсан дүр зурагтай байна.

Зураг 3. Харьцуулалт, индекс



Тайлбар: Цэнхэр зураас ЭЗСИ-ын гол үнэлгээ бөгөөд нийт түүврийн параметрийн үнэлгээг хийсэн бол улаан зураас нь 2019:М12 хүртэл түүврийн хувьд параметрийг үнэлсэн үнэлгээний үр дүн.

Эх сурвалж: Судлаачийн тооцоолол

III. ДНБ-ий таамаглал

Энэ хэсэгт ЭЗСИ-г ашиглан улирлын давтамжтай ДНБ-ий өсөлтийг таамаглана. Таамаглалын гүйцэтгэл нь ЭЗСИ-ын ач холбогдол, цаашид макро эдийн засгийн шинжилгээ, дүгнэлтэд ашиглах боломжийг тодорхойлоход чухал юм. Ингэхдээ богино хугацааны таамаглал хийх бөгөөд ДНБ-ий өсөлтийн таамаглалын хугацаа нэмэгдэх тусам үр дүн муутай болохыг FA-MIDAS загваруудын хувьд Marcellino (2010), Vaibhava нар (2013) ажлууд харуулсан байдаг.

3.1 Таамаглал

ДНБ-ий албан ёсны статистик зарлагдахаас өмнө түүнийг урьдчилан мэдэх гурван үндсэн ойлголт байдаг. Тодруулбал, төсөөлөл (forecast), тухайн улирлын таамаглал (nowcast), буцаан таамаглах (backcast) зэрэг юм. Жишээлбэл, ДНБ-ий тоон мэдээлэл тухайн улирлынхаа сүүлийн сард буюу 6 дугаар сард зарлагддаг гэж үзье (Хүснэгт 4). Зөвхөн 3 дугаар сар хүртэлх тоон мэдээллийг ашиглан ДНБ-ийг урьдчилан тооцоолбол үүнийг төсөөлөл гэж үзнэ. Учир нь энд ирэх улирлын талаарх мэдээлэл хараахан байхгүй. Харин 4 дүгээр сард шинэ сарын тоон мэдээллүүд зарлагдсанаар тухайн улирлын 1 сарын мэдээлэл бий болдог тул үүнийг 1 сарын мэдээлэлтэй тухайн улирлын таамаглал (nowcast) гэдэг. Энэ нь дараагийн сар бүр шинэчлэгдэн 3 сарын мэдээлэлтэй болох хүртэл үргэлжилнэ. Бодит байдал дээр ДНБ нь тодорхой хугацааны

хоцрогдолтой зарлагддаг тул жишээ нь 7 сард ДНБ хараахан зарлагдаагүй боловч сарын мэдээлэл шинэчлэгдсэн үед хийсэн үнэлгээг буцаан таамаглал гэж ойлгоно. Судалгааны хүрээнд төсөөлөл болон тухайн улирлын таамаглалыг хийв.

Хүснэгт 4. Хоёрдугаар улирлын ДНБ-ийг урьдчилан таамаглах ойлголт

Сар	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII
ДНБ	x	.	.	x	.	.	?	
Сарын хувьсагч	x	x	x	x	x	x	x	x

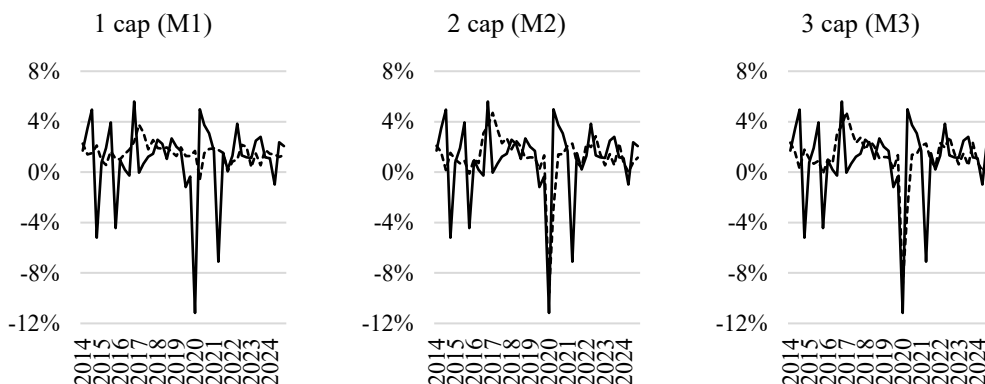
	0 сар	1 сар	2 сар	3 сар
Төсөөлөл (Forecast)				
Тухайн улирлын таамаглал (Nowcast)				
Буцаан таамаглах (Backcast)				

Эх сурвалж: Судлаачийн дүрслэл

FA-U-MIDAS загвар ашиглан 2003:Q2-2013:Q4 хугацаанд тооцоолол хийж, 2014:Q1-2024:Q4 хугацаанд түүврийн гадуурх таамаглалыг хийв (Зураг 4). Ингэхдээ улирал бүр шинэ мэдээлэл орж ирэх үед параметруудийг дахин тооцож, төсөөлөл, M1-M3 сарын мэдээлэлтэй тухайн улирлын таамаглалыг хугацаа бүрд хийж гүйцэтгэв. Харьцуулах зорилгоор AR(1) загвар болон дундажлан улирал руу хөрвүүлэлт (bridge) загварын таамаглалыг хийж, тэдгээрийн дунджаар жишиг таамаглал боловсруулав. Үр дүнгээс харахад дундаж болон AR(1) загваруудаас бусад FA-MIDAS загварын хувилбар таамаглалуудын үр дүн харьцангуй төстэй боловч M2, M3 буюу харгалзан 2, 3 сарын тоон мэдээлэл мэдэгдсэн үеийн тухайн улирлын таамаглал КОВИД-19 цар тахлын уналтыг үеийг илүүтэй сайн таамагласан байна.

Зураг 4. Загваруудын төсөөлөл/таамаглал





Тайлбар: Хар шулуун нь бодит утга бол цэнхэр болон улбар шар шулуун нь таамагласан утга болно. Дундаж хөрвүүлэлт гэдэг нь сарын давтамжтай өгөгдлүүдийг дундажлан улирал рүү хөрвүүлсэн үнэлгээ хийсэн бол 0 сар гэдэг нь төсөөлөл, 1-3 сарууд нь тухайн улирлын таамаглалууд болно.

Эх сурвалж: Судлаачийн тооцоолол

3.2 Түүврээс гадуурх таамаглалын алдаа (Out of sample RMSE)

Судалгааны хувьд RMSE-г сүүлийн 1 жил, 5 жил, мөн нийт түүврийн хугацаа гэх гурван ангиллаар тооцож, жишиг загвартай харьцуулсан. M2 болон M3 загваруудын алдаа ойролцоо боловч M2 загвар нь бүх хугацааны үнэлгээнд хамгийн бага RMSE-тэй буюу хамгийн сайн таамаглал өгч буй загвар байна. Тодруулбал, нийт түүврийн хувьд жишиг загвартай харьцуулахад 12 хувиар алдааг бууруулсан байна. Сүүлийн 5 жилд буюу КОВИД-19 цар тахлын нөлөө орсон үед M2 загварын давуу байдал илүү тод харагдсан. Харин M3 загвар нь илүү мэдээлэлтэй боловч алдаа өссөн шалтгаан нь параметрийн тоо нэмэгдсэнтэй холбоотой байх боломжтой. Мөн QA загварын RMSE нь M0 болон M1 загваруудаас бага байгаа нь мөн параметрийн тоотой холбоотой байх талтай.

Хүснэгт 5. Загваруудын төсөөлөл/таамаглалын алдаа (RMSE)

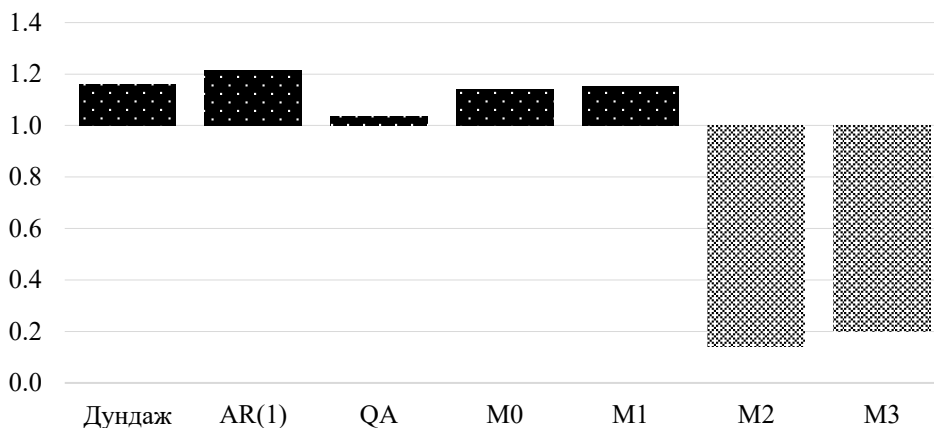
	Дундаж	AR(1)	QA	M0	M1	M2	M3	Ажиглалт
<i>RMSE</i>								
Сүүлийн 1 жил	1.38	1.41	1.42	1.39	1.38	1.06	1.07	4
Сүүлийн 5 жил	3.74	3.85	3.59	3.85	3.91	2.99	3.01	20
Нийт түүвэр	3.15	3.24	3.07	3.20	3.24	2.77	2.80	60
<i>Харьцуулсан RMSE</i>								
Сүүлийн 1 жил	-	1.02	1.03	1.00	1.00	0.77	0.77	4
Сүүлийн 5 жил	-	1.03	0.96	1.03	1.04	0.80	0.81	20
Нийт түүвэр	-	1.03	0.98	1.02	1.03	0.88	0.89	60

Тайлбар: Үнэлгээг 2014Q1-2024Q4 хугацаанд хийж RMSE-г тооцов. QA-дундаж хөрвүүлэлт, M0 нь төсөөлөл, M1-M3 нь 1-3 сарын тоон мэдээллүүд харгалзан мэдэгдсэн үеийн тухайн улирлын таамаглал.

Эх сурвалж: Судлаачийн тооцоолол

Загваруудын үнэлгээний алдаа хооронд хамгийн том зөрүү сүүлийн 5 жилийн түүврийн хувьд гарч байна. Энэ зөрүүнд нь КОВИД-19 цар тахлын үе ихээхэн нөлөөлсөн байх боломжтой. Манай улсын хувьд 2020 оны 1-р улиралд ДНБ 10.1 хувиар агшсан нь цар тахлын үеийн эдийн засагт үзүүлсэн хамгийн хүчтэй нөлөө гэж үзэж болно. Энэ шок загваруудын таамаглалд хэрхэн нөлөөлснийг шинжлэх зорилгоор зөвхөн 2020:Q1 үеийн таамаглалын алдааг харьцуулав (Зураг 5). M2 болно M3-с бусад загварын хувьд таамаглалын алдаа нь бодит утгаас их байгаа бөгөөд үүн дотроос AR(1) загварын таамаглалын алдаа хамгийн өндөр байна.

Зураг 5. КОВИД-19 цар тахлын үеийн (2020:Q1) төсөөлөл/таамаглалын алдаа



Тайлбар: Эдгээр алдаа тооцохдоо 2020:Q1 үеийн загваруудын таамаглалын алдааг тухайн үеийн эдийн засгийн уналтад харьцуулсан. Ингэснээр уг тоо 1-ээс их/бага бол алдаа нь 10.1-с их/бага гэдгийг илтгэнэ.

Эх сурвалж: Судлаачийн тооцоолол

Үр дүнгээс үзэхэд M2 нь нийт хугацаанд хамгийн сайн гүйцэтгэлтэй загвар бөгөөд КОВИД-19-ийн шокийг илүү бодитой таамаглаж чадсан байна. Ингэснээр 1.5 сарын хоцрогдолтой зарладаг ДНБ-ий өсөлтийн мэдээллийг 2.5 сарын өмнө мэдээлэх боломжийг шийдвэр гаргагчдад олгож байна.

IV. Дүгнэлт

Уг судалгаагаар эдийн засгийн төлөвийг богино хугацаанд, цаг алдалгүй үнэлж, мэдээлэх, боломжтой сарын давтамжтай эдийн засгийн индикатор (ЭЗСИ) боловсруулах, улмаар түүнийг ДНБ-ий богино хугацааны таамаглалд ашиглахыг зорилоо. Судалгаанд хувьсагч сонголтыг Wald статистикт тулгуурлан хийж, ДФЗ-г ашиглан үндсэн үнэлгээг хийв. Мөн ДНБ-ий өсөлтийг улирлын түвшинд таамаглахын тулд FA-U-MIDAS загварыг ашиглалаа.

ЭЗСИ-г боловсруулахад макро эдийн засгийн нийт 59 хувьсагчдыг цуглуулснаас хувьсагч сонголт хийсний эцэст 10 хувьсагчдыг ашиглав. Эдгээр нь гадаад секторын төлөөлөл болох төлбөрийн тэнцлийн бараа, үйлчилгээний дебит дүн, түүхий эдийн үнийн индекс, БНХАУ-ын PMI, уул уурхайн экспорт, зэсийн үнэ, импортын үнийн индекс; дотоод эдийн засгийн төлөөлөл болох худалдааны салбарын НӨАТ-ын

орлого, хуучин орон сууцны үнийн индекс, иргэдийн зээлийн үлдэгдэл, мөн бодлогын хүү зэрэг юм. Индикаторын задаргаанаас харахад эдийн засгийн уналтын үеийн хэлбэлзлийг голчлон БНХАУ-ын PMI тодорхойлж байгаа бол индикаторын жинд түүхий эдийн үнийн индекс хамгийн өндөр хувь эзэлж байна.

Энэхүү судалгаа нь бодлогын шинжилгээний хувьд бодит эдийн засгийн байдлыг хянах, урьдчилан мэдэх хоёр чухал хувь нэмрийг харууллаа. Нэгдүгээрт, зөвхөн сарын давтамжтай тоон мэдээллүүд ашиглан боловсруулсан ЭЗСИ нь эдийн засагт болсон гол үйл явдлууд, ялангуяа эдийн засгийн уналт, эргэлтийн цэгүүдийг сайн тайлбарлаж байна. Энэ нь бодлого боловсруулагчдад тухайн үеийг нөхцөл байдлын талаарх мэдээллийг цаг алдалгүй авах боломжийг олгож байна. Хоёрдугаарт, тооцсон индикаторыг ДНБ-ий өсөлтийн таамаглалд ашиглахад өмнөх судалгаануудтай харьцуулахад илүү урт хугацааны цуваанд үндэслэн тухайн улирлын таамаглал хийх боломж бүрдсэн бөгөөд жишиг загваруудтай харьцуулахад таамаглалын алдаа мэдэгдэхүйц буурсан байна. Тодруулбал, КОВИД-19 цар тахлын үеийн огцом уналтыг M2 загвар хамгийн сайн тусгаж, тухайн улирлын 2 сарын тоон мэдээлэл мэдэгдсэн нөхцөлд нийт түүврийн хувьд RMSE-г жишиг загвараас 12 хувиар бууруулсан нь анхаарал татахуйц үр дүн юм.

Иймд энэхүү судалгаагаар тооцсон эдийн засгийн сарын индикатор нь Монгол Улсын эдийн засгийн нөхцөл байдлыг бодитой, цаг хугацааны хоцрогдол багатай илэрхийлэхийн зэрэгцээ ДНБ-ий богино хугацааны таамаглал хийхэд үр дүнтэй ашиглах боломжтой болохыг харууллаа. Цаашид өгөгдлийн санг илүү өргөтгөж хувьсагчдыг нэмэх, мөн бүрэн түүвэр бүрдсэний дараа зөөлөн босго утгын загвар, LARS, LASSO зэрэг ахисан түвшний хувьсагч сонголтын аргачлалуудыг туршсанаар үнэлгээний нарийвчлалыг улам сайжруулах боломжтой.

Ашигласан материал

- Bai, J., & Ng, S. (2008). Forecasting economic time series using targeted predictors. *Journal of Econometrics*, 146(2), 304–317. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2008.08.010>
- Bañbura, M., Giannone, D., Modugno, M., & Reichlin, L. (2013). Now-casting and the real-time data flow. In *Handbook of Economic Forecasting* (Vol. 2).
- Bañbura, M., & Modugno, M. (2014). Maximum likelihood estimation of factor models on datasets with arbitrary pattern of missing data. *Journal of Applied Econometrics*, 29(1), 133–160. <https://doi.org/10.1002/jae.2306>
- Bañbura, M., & Rünstler, G. (2007). A look into the factor model black box: Publication lags and the role of hard and soft data in forecasting GDP. *European Central Bank*.
- Barigozzi, M. (2018). *Dynamic factor models*. https://www.barigozzi.eu/MB_DF_lecture_notes.pdf
- Bataa, E. (2012). The Composite Leading Indicator of Mongolia. *Munich Personal RePEc Archive*.
- Bhadury, S., Ghosh, S., & Kumar, P. (2021). Constructing a Coincident Economic Indicator for India: How Well Does It Track Gross Domestic Product? *Asian Development Review*, 38(02), 237–277. <https://doi.org/10.1142/S0116110521500104>
- Bujosa, M., García-Ferrer, A., De Juan, A., & Martín-Arroyo, A. (2020). Evaluating early warning and coincident indicators of business cycles using smooth trends. *Journal of Forecasting*, 39(1), 1–17. <https://doi.org/10.1002/for.2601>
- Camacho, M., & Perez-Quiros, G. (2010). Introducing the euro-sting: Short-term indicator of euro area growth. *Journal of Applied Econometrics*, 25(4), 663–694.
- Cascaldi-Garcia, D., Luciani, M., & Modugno, M. (2023). Lessons from Nowcasting GDP across the World. *International Finance Discussion Papers*, 1385, 1–37. <https://doi.org/10.17016/ifdp.2023.1385>
- Doz, C., Giannone, D., & Reichlin, L. (2011). A two-step estimator for large approximate dynamic factor models based on Kalman filtering. *Journal of Econometrics*, 164(1), 188–205. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2011.02.012>
- Frale, C., & Monteforte, L. (2010). FaMIDAS: A Mixed Frequency Factor Model with MIDAS structure. *Ministry of Economy and Finance*.
- Hartigan, L., & Rosewall, T. (2024). Nowcasting Quarterly GDP Growth during the COVID-19 Crisis Using a Monthly Activity Indicator. *Reserve Bank of Australia*. <https://doi.org/10.47688/rdp2024-04>
- Koopmans, T. C. (1947). Measurement Without Theory. *The Review of Economics and Statistics*, 29(3), 161. <https://doi.org/10.2307/1928627>
- Luciani, M. (2020). Common and Idiosyncratic Inflation. *Finance and Economics Discussion Series*, 24. <https://doi.org/10.17016/feds.2020.024>

- Marcellino, M., & Schumacher, C. (2010). Factor-MIDAS for now- and forecasting with ragged-edge data: A model comparison for German GDP. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 72(4).
- 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>
- Matta, S. (2014). *New Coincident and Leading Indicators for the Lebanese Economy*. World Bank, Washington, DC. <https://doi.org/10.1596/1813-9450-6950>
- Mazzi, G. L., & Ozyildirim, A. (2017). Business Cycles Theories: An Historical Overview. *European Union*.
- Mitchell, W., & Burns, A. (1938). *Statistical Indicators of Cyclical Revivals*.
- Mongardini, J., & Saadi-Sedik, T. (2003). Estimating Indexes of Coincident and Leading Indicators: An Application to Jordan. *IMF*, 3(170).
- Murphy, A. P. (2005). An Economic Activity Index for Ireland: The Dynamic Single-Factor Method. *Central Bank and Financial Services Authority of Ireland*.
- Rašić Bakarić, I., Tkalec, M., & Vizek, M. (2016). Constructing a composite coincident indicator for a post-transition country. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 29(1), 434–445. <https://doi.org/10.1080/1331677X.2016.1174388>
- Stock, J. H., & Watson, M. W. (2002). Forecasting Using Principal Components From a Large Number of Predictors. *Journal of the American Statistical Association*, 97(460), 1167–1179. <https://doi.org/10.1198/016214502388618960>
- Stock, J., & Watson, M. (1989). A probability model of the coincident economic indicators. *NBER*.
- Даваажаргал, Л., Гэрэлмаа, Б., Батдаваа, Б., & Билгүүнзул, С. (2021). Дотоодын нийт бүтээгдэхүүний нэгдсэн түрүүлэгч индикатор тооцох нь. *Монголбанк*.

Хавсралт*Хавсралт 1. Цуглуулсан тоон мэдээллийн тайлбар*

	Нэр	Ангилал	Эхлэх хугацаа	Дуусах хугацаа	Хувиргалт
1	Агаарын дундаж температур	Б	2008:M1	2024:M12	LD
2	Агаарын тээврээр олон улсад зорчсон хүн	Б	2008:M1	2024:M12	LD
3	АҮСҮ - Боловсруулах	Б	2017:M1	2024:M9	LD
4	АҮСҮ - Нийт	Б	2017:M1	2024:M9	LD
5	АҮСҮ - Уул уурхай, олборлох	Б	2017:M1	2024:M9	LD
6	АҮСҮ - Цахилгаан, дулаан, уур	Б	2017:M1	2024:M9	LD
7	АҮСҮ-ийн бүтээгдэхүүний орцын импорт	Б	2003:M1	2024:M12	LD
8	Бараа, үйлчилгээний дебит	Б	2008:M12	2024:M12	LD
9	Бараа, үйлчилгээний кредит	Б	2008:M1	2024:M12	LD
10	Барилгын материалын импорт	Б	2003:M1	2024:M12	LD
11	Газрын тосны импорт	Б	2003:M5	2024:M12	LD
12	Дизель түлшний импорт	Б	2005:M1	2024:M12	LD
13	Зэсийн экспорт	Б	2003:M1	2024:M12	LD
14	Импорт	Б	2003:M1	2024:M12	LD
15	НӨАТ	Б	2013:M1	2024:M12	LD
16	НӨАТ (Худалдаа)	Б	2017:M1	2024:M9	LD
17	Нүүрсийн экспортын хэмжээ	Б	2008:M1	2024:M12	LD
18	Нүүрсний экспорт	Б	2008:M1	2024:M12	-
19	Орон сууцны борлуулалт	Б	2008:M12	2024:M12	LD
20	Орон сууцны борлуулалт (40-60м2)	Б	2013:M1	2024:M12	LD
21	Орон сууцны борлуулалт (40м2 хүртэл)	Б	2013:M1	2024:M12	LD
22	Суудлын автомашины тоо	Б	2003:M1	2024:M12	LD
23	Төмөр замаар тээсэн ачаа	Б	2008:M1	2024:M12	LD
24	Уул уурхайн салбарын экспорт	Б	2003:M1	2024:M12	LD
25	Хэрэглээний импорт	Б	2003:M1	2024:M12	LD
26	Цементийн импорт	Б	2003:M5	2024:M12	LD
27	Экспорт	Б	2003:M1	2024:M12	LD
28	БНХАУ-ын PMI	А	2003:M1	2024:M12	LD
29	HPI - Нийт	С	2003:M1	2024:M12	LD
30	HPI - Хуучин	С	2003:M1	2024:M12	LD
31	HPI - Шинэ	С	2003:M1	2024:M12	LD
32	M1	С	2003:M1	2024:M12	LD
33	M2	С	2003:M1	2024:M12	LD
34	NEER	С	2003:M1	2024:M12	LD
35	REER	С	2003:M1	2024:M12	LD
36	Алтны үнэ	С	2003:M1	2024:M12	LD
37	Ам.долларын ханш (дундаж)	С	2003:M1	2024:M12	LD
38	АНУ-ын бодлогын хүү	С	2003:M1	2024:M12	-
39	Бодлогын хүү	С	2003:M1	2024:M12	-
40	Гадаад худалдааны нөхцөлийн индекс	С	2003:M1	2024:M12	LD
41	Гүйлгээнд гаргасан бэлэн мөнгө	С	2003:M1	2024:M12	LD
42	Зэсийн үнэ	С	2003:M1	2024:M12	LD
43	Зээлийн хүү - Гадаад валют	С	2003:M1	2024:M12	-

44	Зээлийн хүү - Төгрөг	C	2003:M1	2024:M12	-
45	Импортын үнийн индекс	C	2003:M1	2024:M12	LD
46	Ипотекийн олгосон зээл	C	2003:M1	2024:M12	LD
47	Иргэдийн зээлийн үлдэгдэл	C	2003:M1	2024:M12	LD
48	Нийт зээлийн үлдэгдэл	C	2003:M1	2024:M12	LD
49	Суурь ХҮИ	C	2003:M1	2024:M12	LD
50	Топ 20 индекс	C	2003:M1	2024:M12	LD
51	Төсвийн зардал	C	2003:M1	2024:M12	LD
52	Төсвийн орлого	C	2003:M1	2024:M12	LD
53	Түүхий эдийн үнийн индекс	C	2003:M1	2024:M12	LD
54	Улсын байгууллагын зээлийн үлдэгдэл	C	2003:M1	2024:M12	LD
55	Хөрөнгийн зах зээлийн үнэлгээ	C	2003:M1	2024:M12	LD
56	Хувийн байгууллагын зээлийн үлдэгдэл	C	2003:M1	2024:M12	LD
57	Хэрэглээний үнийн индекс (ХҮИ)	C	2003:M1	2024:M12	LD
58	Чанаргүй зээлийн үлдэгдэл	C	2003:M1	2024:M12	LD
59	Экспортын үнийн индекс	C	2003:M1	2024:M12	LD

Тайлбар: АҮСҮ – Аж үйлдвэрийн салбарын үйлдвэрлэл, НӨАТ – Нэмэгдсэн өртгийн албан татвар, PMI (Purchasing Managers' Index) – Худалдан авалтын менежерийн индекс, HPI (Housing price index) – Орон сууцны үнийн индекс болно. Ангилал багана дахь B- бодит, A- асуулга, C-санхүүгийн хувьсагчдыг илтгэнэ. Хувиргалт баганын LD нь логарифм авч, нэгдүгээр эрэмбийн ялгавар авсан хувиргалт юм.

Хавсралт 2. Фактор загварын тухай

Фактор загвар нь олон хувьсагчтай өгөгдлийн хэмжээсийг бууруулах зорилготой статистикийн арга зүй бөгөөд анх сэтгэл судлалын салбарт ашиглаж эхэлснээс хойш 100 жилийн түүхтэй. Сүүлийн 20 гаруй жилд их өгөгдөл (big-data)-ийн хэрэглээ нэмэгдэж, олон эх сурвалжаас их хэмжээний мэдээлэл цуглуулах нөхцөл бүрдсэнээр фактор загварууд макро эдийн засаг, санхүү, бодлого боловсруулалтын шинжилгээнд улам өргөн хэрэглэгдэх болсон. Ялангуяа төв банк болон хөрөнгө оруулалтын банкууд олон хувьсагчид суурилсан өгөгдлийн бүтэцтэй тулгардаг учраас түүн дээр шинжилгээ хийх зорилгоор фактор загвар нь түгээмэл ашиглагдаж байна (Barigozzi, 2018).

Өнөө үед макро эдийн засгийн тоон мэдээллийг олон төрлийн эх сурвалжаас цуглуулах боломжтой боловч хугацааны давтамжийн хувьд хязгаарлагдмал байдаг. Тодруулбал, T нь хугацааны урт n нь хувьсагчдын тоо гэж үзвэл макро эдийн засгийн тоон өгөгдлийн хувьд $T \cong 100$ (сар эсвэл улирлын давтамжтай), $n \cong 100 - 1000$ байх нь түгээмэл. Энгийнээр томъёолбол $n \geq T$. Энэ нөхцөлийг статистикийн хувьд өндөр хэмжээст (high-dimensional) гэж нэрлэх бөгөөд ийм нөхцөлд шугаман регрессийн загвар, VAR загвар зэрэг уламжлалт аргачлалуудын чөлөөний зэрэг хүрэлцэхгүйгээс үнэлгээ хийхэд хүндрэл үүсдэг. Энгийн VAR(1) загварыг авч үзэхэд n^2 орчим параметр үнэлэх шаардлагатай бөгөөд n нь T -ээс их болсон тохиолдолд тус загварыг үнэлэх боломжгүй.

Энэ асуудлыг шийдвэрлэхийн тулд өндөр хэмжээст цаг хугацааны векторын хувьд фактор загвар нь (i) нийтлэг хэсэг (common component) нь цөөн тооны далд фактороор тодорхойлогдох хөдөлгөөн, (ii) тухайн цувааны онцлог буюу үл тайлбарлагдах хэсэг (idiosyncratic component)-т задлан тайлбарладаг. Жишээлбэл, ДНБ үзүүлэлт нь бизнесийн мөчлөгийн хөдөлгөөнийг илэрхийлэх цөөн тооны далд факторуудаар удирдагдаж, хэмжилтийн алдаанаас шалтгаалан бага зэргийн хэлбэлзэл үүсгэж байдаг.

Цаашид n хэмжээст ажиглагдсан хугацааны цувааны векторыг авч үзэх бөгөөд $\{x_t = (x_{1t}, \dots, x_{nt})' \mid t = 1, \dots, T\}$ байдлаар тодорхойлогдоно. Энд x_t -г ковариацийн хувьд суурин (covariance stationary), бүрэн тодорхой бус (purely non-simplicity), стандарт хэлбэрт шилжүүлсэн (zero mean, unit variance) гэж таамаглана.

Фактор загваруудын хооронд үндсэн хоёр ялгаа байдаг нь нийтлэг хэсгийн хувьд статик болон динамик, тухайн цувааны онцлог хэсгийн хувьд бүрэн болон ойролцоо гэж хуваагдана.

Статик ба Динамик фактор загвар (Static vs Dynamic). Эхний ялгаа нь факторуудын x_t -т үзүүлэх нөлөөллийн хугацаанаас хамаарна. Статик фактор загвар дараах хэлбэртэй:

$$x_t = \Lambda F_t + \varepsilon_t$$

энд F_t нь r хэмжээст статик факторын вектор ($r < n$) бөгөөд факторууд нь зөвхөн тухайн цаг хугацаанд x_t -д нөлөөлнө.

Динамик фактор загвар дараах хэлбэртэй:

$$x_t = \Lambda * (L)f_t + \varepsilon_t$$

энд f_t нь q хэмжээст динамик факторын вектор ($q < n$) бөгөөд хугацааны хоцрогдолтой x_t -д нөлөөлнө. Харгалзан $n \times r$, $n \times q$ хэмжээст Λ , $\Lambda * (L)$ матрицыг факторын коэффициентын матриц (loadings matrices) гэж нэрлэж, улмаар $\chi_t = \Lambda F_t$, $\chi_t = \Lambda * (L)f_t$ -г нийтлэг хэсэг, ε_t -г онцлог хэсэг гэнэ. Тус хоёр загварт нийтлэг болон онцлог хэсгүүдийг хоорондоо хамааралгүй гэж үзэж, дараах байдлаар томъёолно.

$$\text{Cov}(\chi_{it}, \varepsilon_{js}) = 0, \quad t, s \in Z, \quad i, j = 1, \dots, n$$

Хэрэв нийтлэг хэсгүүд ижил гэж үзвэл статик загварт динамик загвараас илүү олон фактор шаардлагатай байдаг. Өөрөөр хэлбэл, динамик факторууд өнгөрсөн хугацааны мэдээллийг агуулдаг тул $q \leq r$ байна. Динамик загвар илүү бодитой мэдээлэл өгөх боловч үнэлэхэд хүндрэлтэй тул ижил утгатай статик хэлбэрт шилжүүлэн үнэлэх боломжтой.

Бүрэн ба Ойролцоо фактор загвар (Exact vs Approximate). Хоёр дахь ялгаа нь тухайн цувааны онцлог хэсгийн бүтэцтэй холбоотой. Бүрэн фактор загварт онцлог хэсэг ε_t нь хөндлөн хамааралгүй байдаг. Иймд автоковариацийн матриц нь диагональ байдаг. Өөрөөр хэлбэл, нэг хувьсагчийн үл тайлбарлагдах хэсэг нь нөгөө хувьсагчийнхаас бүрэн хамааралгүй байна гэсэн үг.

$$\text{Cov}(\varepsilon_{it}, \varepsilon_{js}) = 0, \quad t, s \in Z, \quad i, j = 1, \dots, n, i \neq j$$

Ойролцоо фактор загварт ε_t нь бага зэргийн хөндлөн хамааралтай байхыг зөвшөөрдөг. Иймд ковариацийн матриц заавал диагональ байх албагүй. Цаашлаад ε_t -ийн цаг хугацаа хоорондын хөндлөн автоковариаци нь диагональ биш байхыг зөвшөөрвөл үүнийг ерөнхий (generalised) фактор загвар гэнэ. Эдгээр ойролцоо болон ерөнхий загварууд нь илүү бодитой боловч үнэлгээ нь n -г хангалттай их байхыг шаарддаг. Эдгээр тайлбарласан загваруудын анхны тавил, үнэлгээний талаар

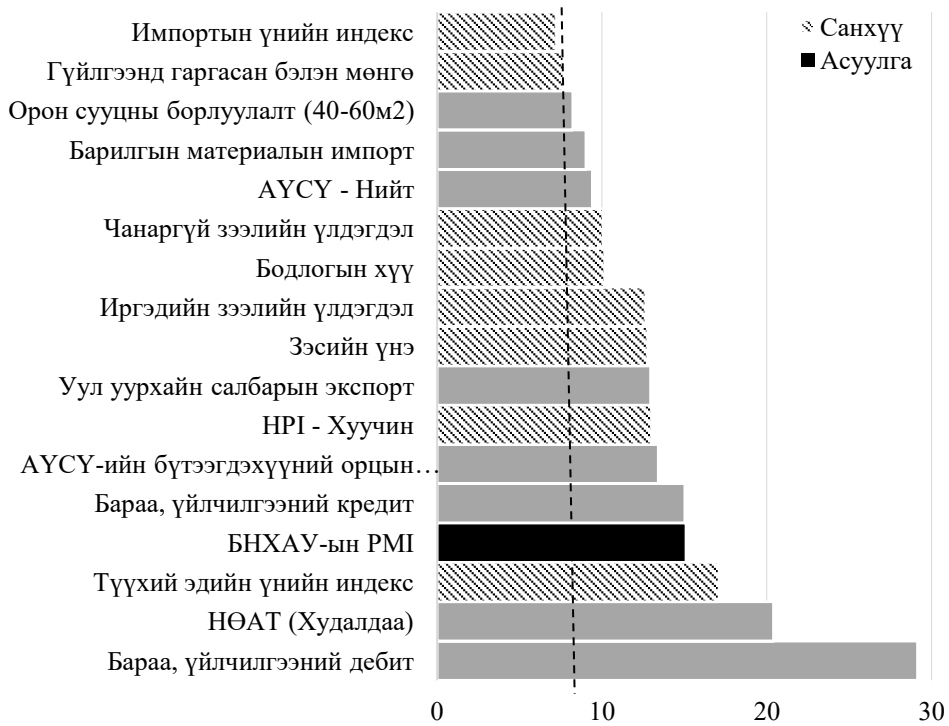
-г хураангуйлав.

Практикт хамгийн өргөн хэрэглээтэй загвар нь ойролцоо ДФЗ бөгөөд төлөв байдлын огторгуйн тавилд Калманы шүүлтүүр, EM алгоритмаар үнэлдэг (Хүснэгт 1). Эдгээр хоёрыг нийлүүлэн квази хамгийн их үнэний хувь бүхий арга (QML) гэж нэрлэдэг.

с	Загварын тавил	Үнэлгээ
Бүрэн статик	Spearmen (1863-1945)	<ul style="list-style-type: none"> Хамгийн их үнэний хувь бүхий арга - Joreskog (1969), Lawley & Maxwell (1971) PCA - Tipping & Bishop (1999)
Бүрэн динамик	Geweke (1977)	<ul style="list-style-type: none"> Калманы шүүлтүүр, Expectation Maximisation (EM) - Sargent & Sims (1977), Watson & Engle (1983)
Ойролцоо статик	Chamberlain & Rothschild (1983), Connor & Korajczyk (1986)	<ul style="list-style-type: none"> PCA - Stock & Watson (2002a,b), Bai (2003), Fan, Liao, & Mincheva (2013)
Ерөнхий динамик (хязгаарлалтгүй)	Forni & Lippi (2001, 2011), Hallin & Lippi (2013)	<ul style="list-style-type: none"> Динамик PCA - Forni, Hallin, Lippi, & Reichlin (2000, 2005), Forni, Hallin, Lippi, & Zaffaroni (2015a,b)
Ойролцоо динамик (хязгаарлалттай)	Stock and Watson (2005) – Төлөв байдлын огторгуйн тавил (State-space form)	<ul style="list-style-type: none"> PCA & VAR (Хоёр алхамт үнэлгээ) - Bai & Ng (2006, 2007), Forni, Giannone, Lippi & Reichlin (2009) Калманы шүүлтүүр, EM - Doz, Giannone & Reichlin (2011, 2012)

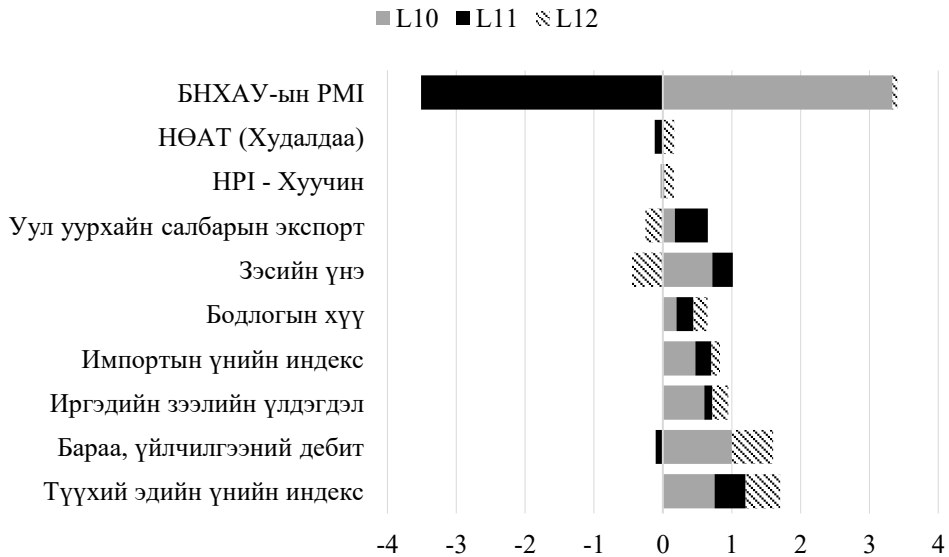
Эх сурвалж: (Barigozzi, 2018)

Хавсралт 3. ДНБ-ий өсөлтөд голлох нөлөөтэй хувьсагчид, Wald статистик



Тайлбар: Хатуу босго утга нь $6.25 \chi^2(\alpha = 0.1)$ бөгөөд тасралттай хар шулуунаар харуулав. Тус утгыг давсан хувьсагчдыг харуулав.

Хавсралт 4. ЭЗСИ-ыг бүрдүүлж буй хувьсагчдын жин



Тайлбар: Энэ жин нь L_i буюу фактор болон хувьсагчдын $s \times t$ хэмжээст матрицын утгууд. MIDAS аргачлалаар сарын хувьсагчдын 3 фактор болгож хуваасан бөгөөд L10, L11, L12 нь харгалзан эхний, хоёрдахь гуравдахь факторын ДНБ-үүнд нөлөөлөх коэффициент гэж хэлж болно.