

Бизнесийн мөчлөгийн түрүүлэгч индикатор байгуулж, машин сургалтын загвар боловсруулах

МОНГОЛ БАНКНЫ ТОГТОЛЦОО ҮҮСЭН ХӨГЖСӨНИЙ 100 ЖИЛИЙН ОЙД ЗОРИУЛСАН ЭРДЭМ
ШИНЖИЛГЭЭНИЙ БҮТЭЭЛИЙН УРАЛДААНЫ ОЮУТНЫ АНГИЛАЛД ОРОЛЦОХ БҮТЭЭЛ

Гүйцэтгэсэн : EcomM баг
М. Анармаа
М. Болор-Эрдэнэ
Б. Мэндбилэг

АГУУЛГА



ОРШИЛ



СУДЛАГДСАН БАЙДАЛ



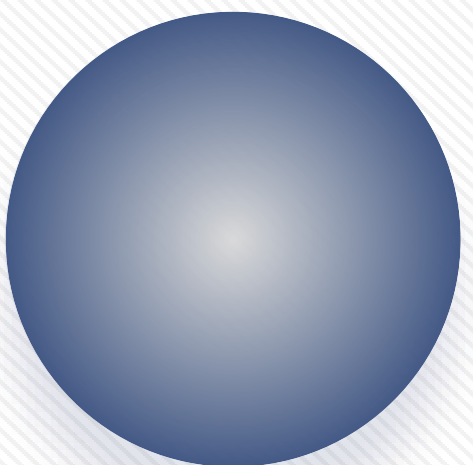
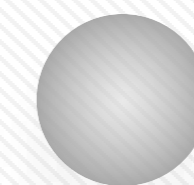
ОНОЛ, АРГА ЗҮЙ



ШИНЖИЛГЭЭ



ДҮГНЭЛТ, САНАЛ ЗӨВЛӨМЖ

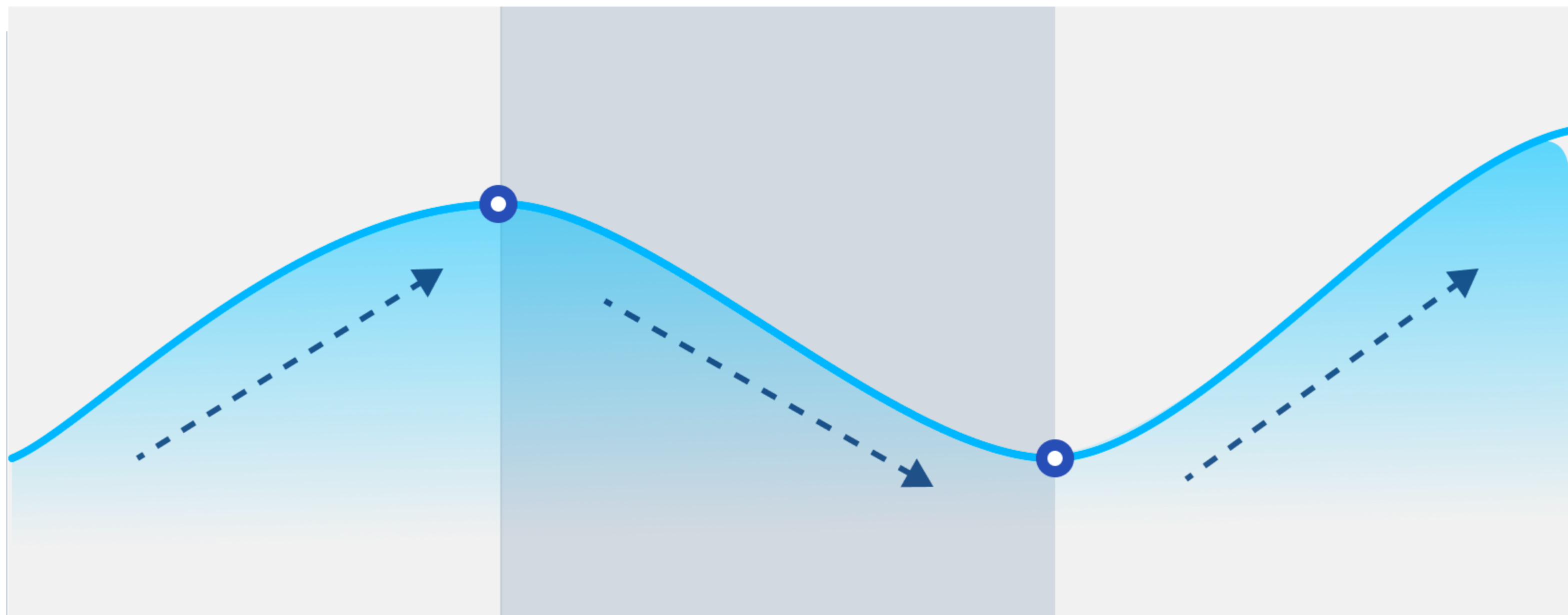




ОРШИЛ



Бодит мөчлөг



Хугацаа

КЕЙНС

T өсгөх
G бууруулах

Сангийн хумих бодлого

T бууруулах
G өсгөх

Сангийн тэлэх бодлого

T өсгөх
G бууруулах

Сангийн хумих бодлого

МОНЕ
ТАРИСТ

Сангийн бодлого

Нөхцөл таних

Бодлого боловсруулах

Бодлого хэрэгжүүлэх

Мөнгөний бодлого

Нөхцөл таних

Бодлого боловсруулах

Бодлого хэрэгжүүлэх

■ Дотоод хожимдол

■ Гадаад хожимдол



Зорилго

Монгол Улсын хүрээнд бизнесийн мөчлөгийг түүчээлдэг үзүүлэлтүүдийг ашиглан **түрүүлэгч индикатор** байгуулна. Индикаторын эргэлтийн цэгүүдийг хамгийн бага алдаатайгаар таних загварыг машин сургалтын арга зүйгээр боловсруулах замаар **бизнесийн мөчлөгийг таамаглана**.



Зорилт

1. Бизнесийн мөчлөгийг түүчээлдэг **үзүүлэлтүүдийг сонгох**.
2. Үзүүлэлтүүдээс мөчлөгийг хамгийн **сайн мэдэрч буйг ялгах**.
3. Сонгогдсон үзүүлэлтүүдээр **мөчлөгийг түүчээлэгч индикатор байгуулах**.
4. Байгуулсан индикаторыг оновчтой таамаглахад машин сургалтын арга зүйн болон уламжлалт эконометрикийн **арга зүйг харьцуулах**.

Таамаглалууд

Судалгааны ажлын хүрээнд байгуулсан түрүүлэгч индикаторт багтах үзүүлэлт нь ББМО-ын Абел, Бернанке нарын тогтсон баримтуудтай болон Монгол улсын анхны түрүүлэгч индикатор байгуулсан судлаач Б. Эрдэнэбат-ын сонгон авсан үзүүлэлтүүдтэй нийцтэй.

1

Судалгааны ажлын хүрээнд байгуулсан түрүүлэгч индикаторын эргэлтийн цэг ямагт нь бизнесийн мөчлөгийн эргэлтийн цэгүүдээс өмнө тохиосон байна. (Martina Karlsson, 2014).

2

Машин сургалтын арга зүй ашиглан таамаглах нь уламжлалт аргаар таамагласнаас алдаа багатай таамаглана.

3



СУДЛАГДСАН БАЙДАЛ

Монгол улсад Олон улсад

- “Монгол Улсын түрүүлэгч индикатор”**
Б.Эрдэнэбат **2012 он**
- “Монгол улсын эдийн засгийн мөчлөг, түүнд нөлөөлөгч хүчин зүйлс”**
Д.Ган-Очир, Б.Цэнгүүнжав, Д. Цэнддорж, Б. Мөнхбаяр **2017 он**
- “Бизнесийн мөчлөгийг тодорхойлох нь”**
Л.Даваажаргал, Б.Хүслэн **2018 он**
- “Дотоодын нийт бүтээгдэхүүний нэгдсэн түрүүлэгч индикатор тооцох”**
Л.Даваажаргал, Б.Гэрэлмаа, Б.Батдаваа, С.Билгүүн **2020 он**



СУДЛАГДСАН БАЙДАЛ

Монгол улсад

Олон улсад

“Composite Leading Indicator for the Austrian Economy. Methodology and "Real-time" Performance ”

Jürgen Bierbaumer-Polly **2010 он**

“Forecasting business cycle with chaotic time series based on neural network with weighted fuzzy membership functions ”

Soo H. Chai, Joon S. Lim **2016 он**

“China’s business cycle forecasting: a machine learning approach”

Pan Tang, Yuwei Zhang **2024 он**

ОНОЛ

БИЗНЕСИЙН МӨЧЛӨГ

Бизнесийн хэлбэрээр голлон зохион байгуулагдсан үндэстний **эдийн засгийн** үйл ажиллагаанд гарах **хэлбэлзлийн** нэг төрөл (Burns, 1946).



ЭЗХАХБ

CLI (Нийлмэл түрүүлэгч индикатор)

	Чиглэл	Кросс коррелляц хамаарал
Ижил	↗	+
Сөрөг	↘	-
Мөчлөгийн бус		0

Хувьсагч	Чиглэл	Хугацаа
Аж үйлдвэрийн салбарын үйлдвэрлэл	Мөчлөг дагуу	Зэрэг
Өрхийн хэрэглээ	Мөчлөг дагуу	Зэрэг
Бизнесийн хөрөнгө оруулалт	Мөчлөг дагуу	Зэрэг
Үл хөдлөх хөрөнгийн хөрөнгө оруулалт	Мөчлөг дагуу	Түрүүлэгч
Бараа материалын хөрөнгө оруулалт	Мөчлөг дагуу	Түрүүлэгч
Засгийн газрын худалдан авалт	Мөчлөг дагуу	-
Ажил эрхлэлт	Мөчлөг дагуу	Зэрэг
Ажилгүйдэл	Мөчлөг дагуу	-
Хөдөлмөрийн дундаж бүтээмж	Мөчлөг дагуу	Түрүүлэгч
Бодит цалин	Мөчлөг дагуу	-
Мөнгөний нийлүүлэлт	Мөчлөг дагуу	Түрүүлэгч
Инфляц	Мөчлөг дагуу	Хожимдолтой
Үнэт цаасны үнэ	Мөчлөг дагуу	Түрүүлэгч
Нэрлэсэн хүүгийн түвшин	Мөчлөг дагуу	Хожимдолтой
Бодит хүүгийн түвшин	-	-

Эх сурвалж: (Adel B. A., 2011)

$$Y_t = L_t + S_t + O_t + \varepsilon_t$$

● Чиг хандлага

● Улирлын нөлөө

● Шокийн нөлөө ●

➤ Hodrick-Prescott (HP) шүүлтүүр

$$\min_{\mu_t} \frac{1}{T} \left\{ \sum_{t=1}^T (y_t - \mu_t)^2 + \frac{\lambda}{T} \sum_{t=1}^{T-1} [(\mu_{t+1} - \mu_t) - (\mu_t - \mu_{t-1})]^2 \right\}$$

T нь боломжит ажиглалтын тоо, λ тогтмол (улирал – 1600, сар – 14400) байна (Compendium of Productivity Indicators, 2019).

$$Y_t = L_t + S_t + O_t + \varepsilon_t$$

Чиг хандлага

Улирлын нөлөө

Шокийн нөлөө

➤ STL алгоритм (LOESS)

LOESS ерөнхий хэлбэр нь:

$$\hat{y}_i = \sum_{j=1}^n \omega_{ij} y_j \quad (3)$$

$$\omega_{ij} = \left(1 - \left(\frac{|x_i - x_j|}{h} \right)^3 \right)^3 \quad (4)$$

3 тэгшитгэл \hat{y}_i зорилтот i хувьсагчийн үнэлэгдсэн утга (улирлын нөлөөг арилган тэгшилсэн) y_j хажуугийн j үзүүлэлтийн ажиглагдсан утга, ω_{ij} хажуугийн j үзүүлэлтэд оноосон жин. 4 тэгшитгэл нь жинг онооход ашигласан кернель функцийг тэгшитгэл нь болно (Robert B, 1990).

$$Y_t = L_t + S_t + O_t + \varepsilon_t$$

● Чиг хандлага

● Улирлын нөлөө

● Шокийн нөлөө ●

➤ 12 цэгийн төвт шаталсан дундаж

$$CMA_t = \frac{\sum_{i=-6}^6 X_{t+i}}{12} \quad (5)$$

CMA_t – t хугацаан дахь төвт шаталсан хөдөлгөөнт дундаж

X_{t+i} – тухайн үзүүлэлтийн $\{t + [-6; 6]\}$ хүртэлх хугацааны үзүүлэлт

Нормчилох

$$x_{i,t}^z = 2 \cdot \left[\frac{x_{i,t} - \min\{x_{i,t}\}}{\max\{x_{i,t}\} - \min\{x_{i,t}\}} \right] - 1$$

$x_{i,t}^z$ – Нормчилсон хугацаан цуваа

$\min\{x_{i,t}\}$ – Хугацаан цуваан хамгийн бага утга $\max\{x_{i,t}\}$ –
Хугацаан цуваан хамгийн их утга

Bry and Boschan quarterly (BBQ) алгоритм

Алгоритмыг товч авч үзвэл эхний алхам нь доорх нөхцөлийг хангасан доод, дээд цэгийг тодорхойлох юм.

$$\{y_{t-k} < y_t < y_{t+k}\}, k = 1, \dots, K$$

$$\{x_{t-k} > x_t > x_{t+k}\}, k = 1, \dots, K$$

Тэгшитгэлд y_t -г дээд цэг, x_t -г доод цэг гэж тодорхойлоно.

Тэнцүү жин оноох

$$W = W_i = \frac{1}{N} * 100\%$$

W – x_i хувьсагчийн жин, бүх хувьсагчийн хувьд тэнцүү байна.

N – Нийт x_i -н тоог илэрхийлнэ.

PCA аргачлал

- ✓ x_t векторуудаас бүрдсэн X_T матриц байгуулах ба x_t нь $1 * N$ хэмжээтэй t хугацаан дах вектор.
- ✓ X_T, X_T вариаци болон ковариацийн матрицын задаргааны eigenvector-eigenvalue-с хамгийн өндөр утга бүхий eigenvalue-д харгалзах үзүүлэлт тус бүрийн харгалзах жингүүдийг агуулсан $N * 1$ хэмжээтэй W векторыг гарган авна.
- ✓ Хэлбэлзэлд үндэслэн тооцсон харгалзах жингүүд (W вектор)-г ашиглан нэгдсэн индикатор дараах байдлаар тодорхойлно (Г. Амартүвшин, 2024).

$$\text{Нэгдсэн индикатор} = X_T \cdot W \quad (7)$$

АРГА ЗҮЙ

Decision Tree

Гол зорилго нь хувьсагчдын хоорондын **зөрүүг хамгийн бага** байлгах хуваалтыг хийх явдал. Тодорхой бус байдлыг хэмжих **Энтропи**-г ашигладаг.

XGBoost

Зорилгын функц нь **алдагдлын функц** ба **ердийн нөхцөл** /regular term/-с бүрдэнэ.

- Загварын нарийн төвөгтэй байдал, зөрүүг багасгаж
- Загварыг урьдчилан таамаглах нарийвчлалыг сайжруулдаг.

Ridge Regression

$$\hat{\beta}^{ridge} = \arg \min_{\beta} \left[\sum_{t=1}^T \left(\pi_{t+h} - \beta_0 - \sum_{i=1}^N \beta_j x_{it} \right)^2 + \lambda \sum_{i=1}^N \beta_j^2 \right]$$

Lasso Regression

$$\hat{\beta}^{lasso} = \arg \min_{\beta} \left[\sum_{t=1}^T \left(\pi_{t+h} - \beta_0 - \sum_{i=1}^N \beta_j x_{it} \right)^2 + \lambda \sum_{i=1}^N |\beta_i| \right]$$

Elastic Net

$$\hat{\beta}^{elastic\ net} = \arg \min_{\beta} \left[\sum_{t=1}^T \left(\pi_{t+h} - \beta_0 - \sum_{i=1}^N \beta_j x_{it} \right)^2 + \lambda \sum_{i=1}^N \left\{ (1-\alpha)\beta_i^2 + \alpha|\beta_j| \right\} \right] \quad \alpha \in [0,1]$$

Торгуулийн аргууд

Томьёоллыг ерөнхий тохиолдолд авч үзвэл:

$$\sum_{t=1}^T \left(\pi_{t+h} - \beta_0 - \sum_{i=1}^N \beta_j x_{it} \right)^2 + \lambda P(\beta_1, \dots, \beta_N)$$

$P(\beta_1, \dots, \beta_N)$ – Торгуулийн нөхцөл

λ – Торгуулийн хэмжээ ба λ их байх тусам коэффициент нь багасна.

Үр дүнд нь **таамаглалын загвар** их хазайлттай ба **бага вариацийтай** байх болно.

ARIMA загвар

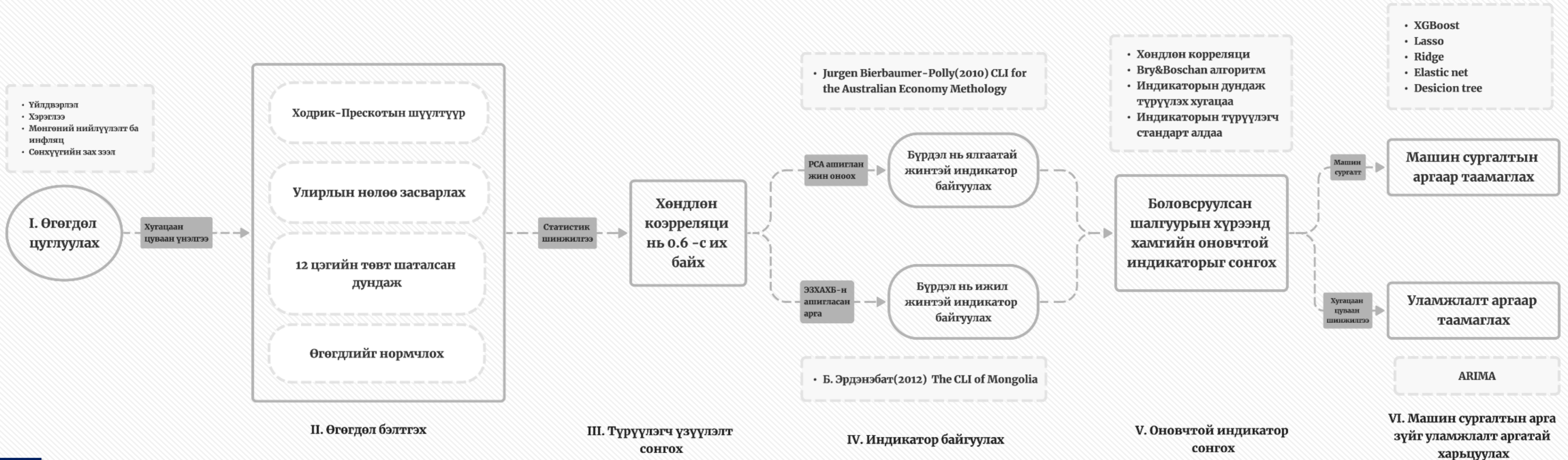
$$y_t = \delta + \varphi_1 y_{t-1} + \varphi_2 y_{t-2} + \dots + \varphi_p y_{t-p} + e_t - \theta_1 y_{t-1} - \dots - \theta_q y_{t-q}$$

- $\varphi_1 y_{t-1} + \varphi_2 y_{t-2} + \dots + \varphi_p y_{t-p} \rightarrow \text{AR}(p)$
- $\theta_1 y_{t-1} + \dots + \theta_q y_{t-q} \rightarrow \text{MA}(q)$

Ялгавар авч ARIMA загварт шилжүүлэхэд :

- p – Авторегрессийн загварын эрэмбийн тоо
- d – Ялгаврын эрэмбэ
- q – Шилжих дундажийн процессийн эрэмбийн тоо

ШИНЖИЛГЭЭНИЙ ХЭСЭГ



Өгөгдөл, цуглуулах, бэлтгэх

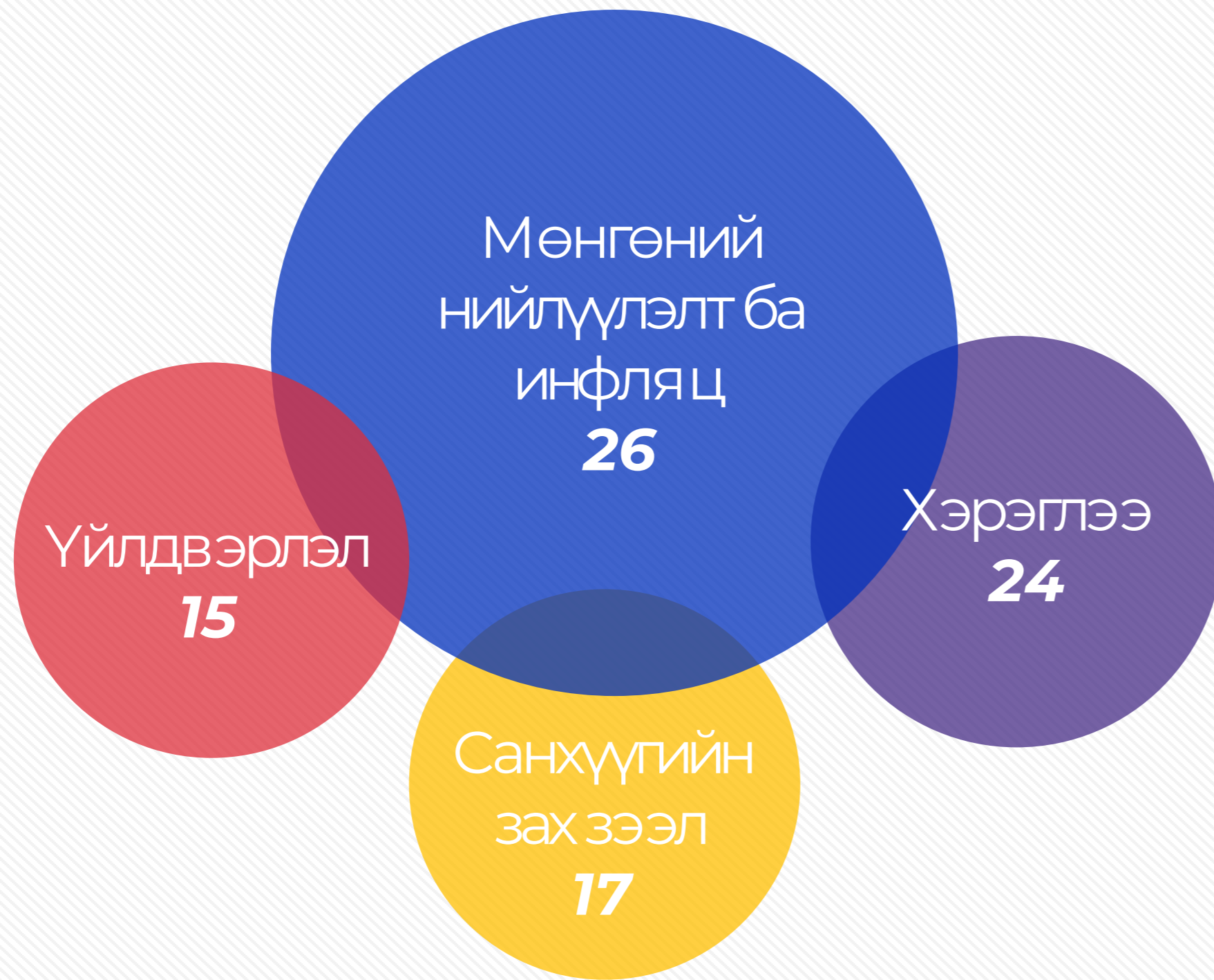
Түрүүлэгч үзүүлэлт сонгох

Индикатор байгуулах

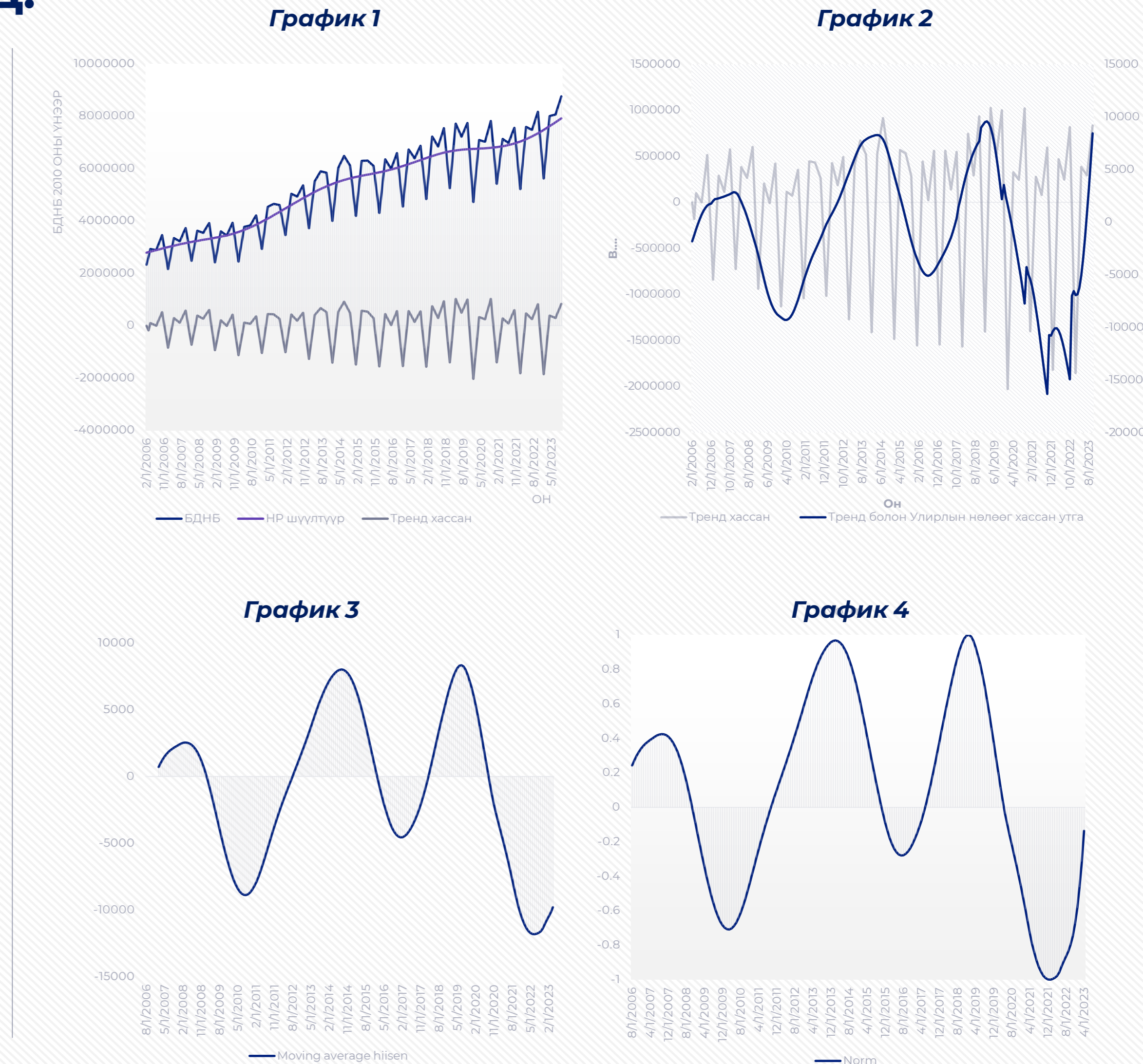
Оновчтой индикатор сонгох

Харьцуулалт

СУДАЛГААНД АШИГЛАСАН ХУВЬСАГЧИД:



- China's business cycle forecasting: Machine learning approach
 - ДНБ-ий нэгдсэн түрүүлэгч индикатор тооцох нь
 - Б. Эрдэнэбат: CLI of Mongolia



Эх сурвалж: Судлаачийн тооцоолол

Өгөгдөл, цуглуулах, бэлтгэх

Түрүүлэгч үзүүлэлт сонгох

Индикатор байгуулах

Оновчтой индикатор сонгох

Харьцуулалт

	Lag 12	Lag 11	Lag 10	Lag 9	Lag 8	Lag 7	Lag 6	Lag 5	Lag 4	Lag 3	Lag 2	Lag 1
Бүтээгдэхүүний цэвэр татвар	0.70	0.74	0.77	0.80	0.82	0.84	0.85	0.86	0.86	0.86	0.85	0.84
Төгрөгийн харилцах, хадгаламж	0.74	0.76	0.77	0.78	0.78	0.78	0.77	0.76	0.74	0.71	0.68	0.64
Боловсруулах аж үйлдвэр	0.70	0.73	0.77	0.80	0.82	0.84	0.85	0.85	0.85	0.85	0.83	0.81
Хөнгөн тэрэг үнэ	0.69	0.72	0.75	0.77	0.78	0.79	0.80	0.80	0.79	0.78	0.76	0.74
Нэгдсэн төсвийн орлого тухайн сараар	0.73	0.76	0.78	0.81	0.82	0.83	0.84	0.84	0.83	0.82	0.81	0.78
М1 сая төгрөгөөр	0.76	0.77	0.78	0.78	0.78	0.78	0.76	0.75	0.72	0.70	0.66	
Нийт худалдаа	0.78	0.79	0.79	0.79	0.79	0.77	0.76	0.73	0.70	0.67	0.62	
АҮ-н салбарын бүтээгдэхүүний нийт борлуулалт		0.62	0.65	0.67	0.69	0.70	0.71	0.71	0.71	0.70	0.69	0.68
Аж үйлдвэрлэлийн орцийн импорт		0.61	0.66	0.66	0.68	0.69	0.69	0.69	0.68	0.66	0.64	0.62
Үнэт цаасны зах зээлийн нийт үнэлгээ	0.68	0.69		0.69	0.69	0.68	0.67	0.65	0.64	0.61		
Импорт	0.79	0.79	0.79	0.79	0.78	0.76	0.74	0.71	0.67	0.63		
Удаан эдэлгээтэй барааны импорт	0.74	0.75		0.74	0.73	0.72	0.69	0.67	0.64	0.60		
Хөнгөн тэрэг тоо ширхэг			0.60	0.60	0.64	0.66	0.69	0.71	0.72	0.73	0.73	0.72
Уул уурхайн олборлох аж үйлдвэр			0.60	0.60	0.62	0.63	0.64	0.64	0.64	0.63	0.62	0.61
Нүүрс олборлолт			0.62	0.62	0.63	0.64	0.64	0.63	0.63	0.62		
Банкны нөөц					0.60	0.65	0.69	0.73	0.76	0.79	0.82	0.83
Импортын бензиний үнэ					0.61	0.64	0.66	0.68	0.69	0.70	0.70	0.70
Хэвийн зээл							0.61	0.65	0.69	0.72	0.75	0.77
Зээлийн үлдэгдэл сая төгрөг									0.64	0.68	0.71	0.74
Нийт актив								0.64	0.68	0.72	0.75	0.78
Бусад	Экспорт (0.67), Хэрэглээний бүтээгдэхүүний импорт (0.63)	Экспорт (0.67), Хэрэглээний бүтээгдэхүүний импорт (0.63), Хөрөнгө оруулалтын бүтээгдэхүүнүүдийн импорт (0.6)	Экспорт (0.68), Хэрэглээний бүтээгдэхүүний импорт (0.61), Хөрөнгө оруулалтын бүтээгдэхүүнүүдийн импорт (0.61)	Экспорт (0.68), Хэрэглээний бүтээгдэхүүний импорт (0.61), Хөрөнгө оруулалтын бүтээгдэхүүнүүдийн импорт (0.61), Газрын тосны үнэ (0.61)	Экспорт (0.68), Хөрөнгө оруулалтын бүтээгдэхүүнүүдийн импорт (0.61), Газрын тосны үнэ (0.61)	Экспорт (0.67)	Экспорт (0.66)	Экспорт (0.64)	Экспорт (0.62)			Боловсролын үйлчилгээ (0.63), Кассанд байгаа мөнгө (0.60)

Эх сурвалж: Судлаачийн тооцоолол

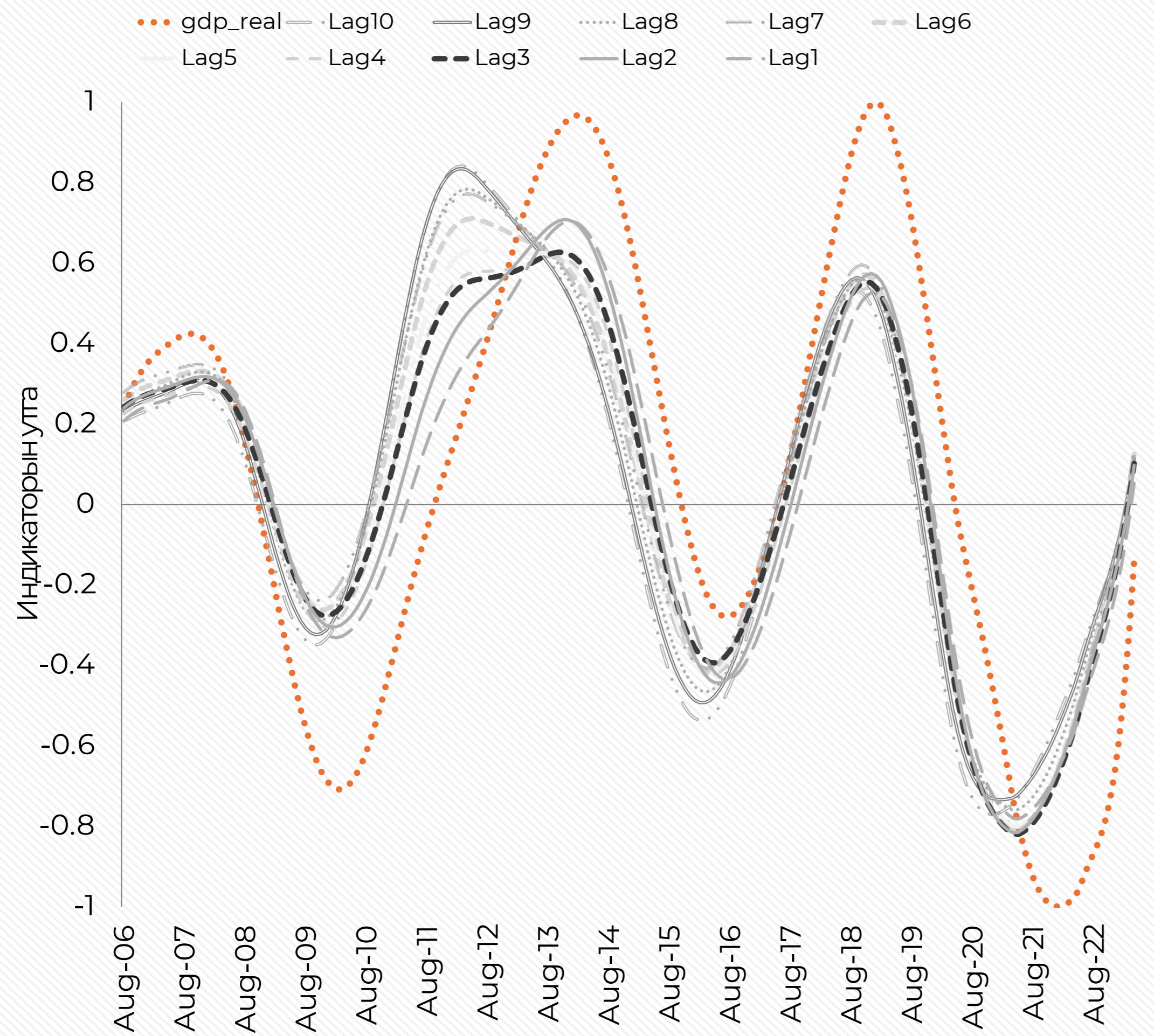
Өгөгдөл, цуглуулах, бэлтгэх

Түрүүлэгч үзүүлэлт сонгох

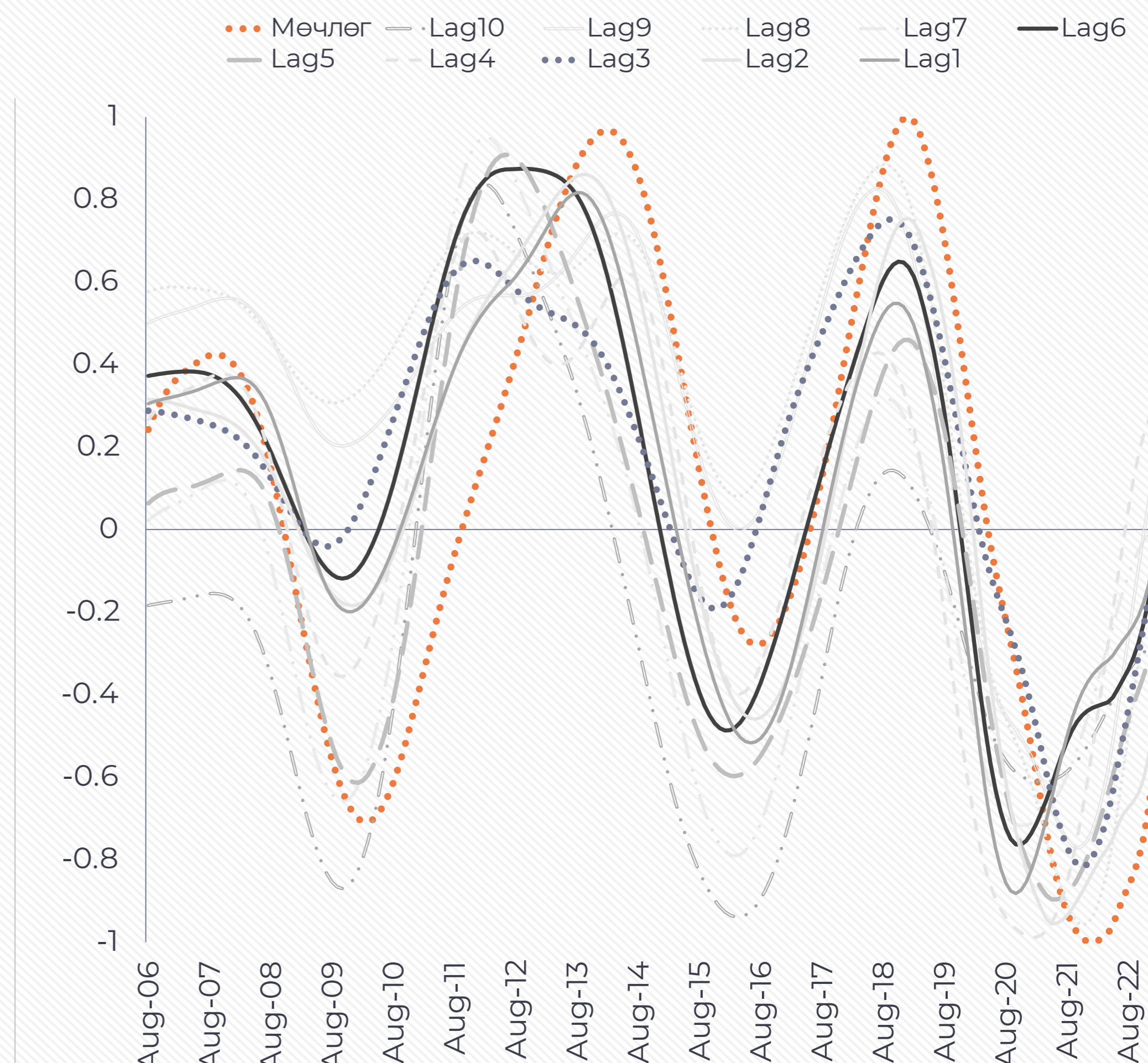
Индикатор байгуулах

Оновчтой индикатор сонгох

Харьцуулалт



Тайлбар: Lag1-1 сарын өмнө мөчлөгийг урьдчилан мэдэрдэг үзүүлэлтүүдээр байгуулсан индикатор Он



Эх сурвалж: Судлаачийн тооцоолол

Тэнцүү жинтэй

Ялгаатай жинтэй

Өгөгдөл, цуглуулах,
бэлтгэх

Түрүүлэгч үзүүлэлт
сонгох

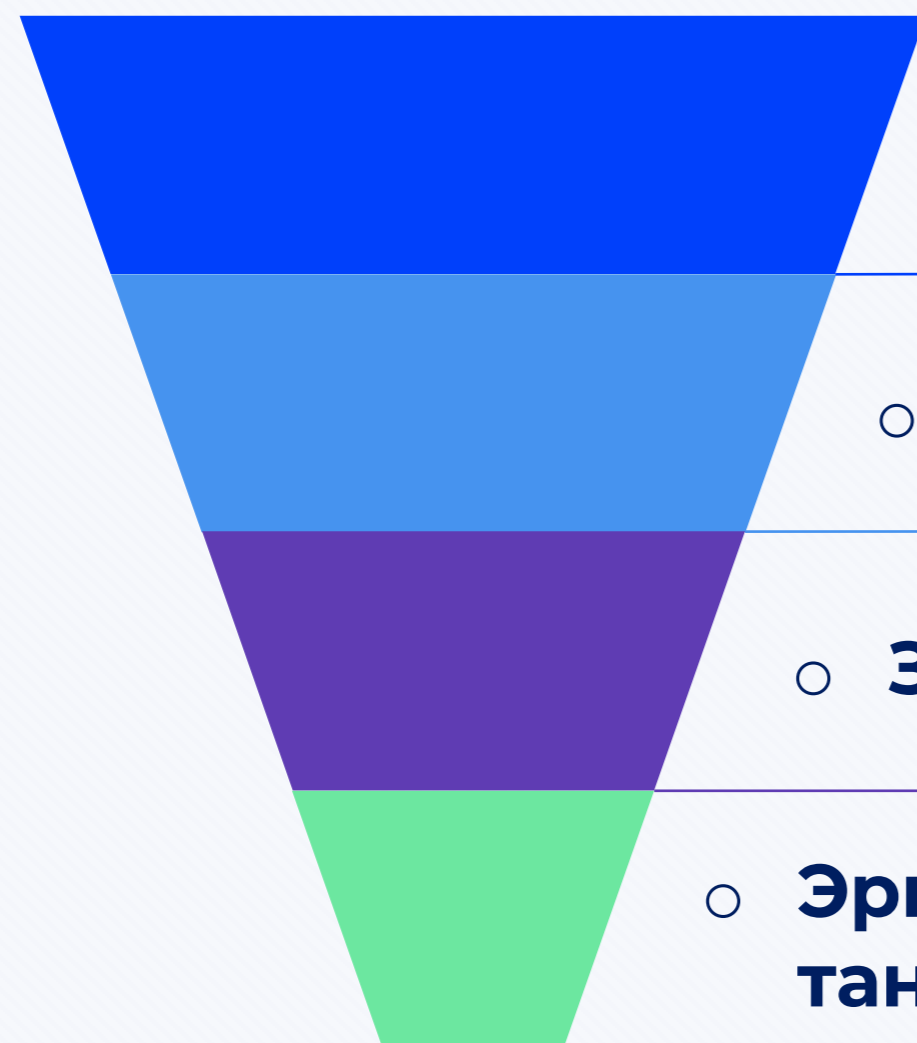
Индикатор байгуулах

Оновчтой индикатор
сонгох

Харьцуулалт



ОНОВЧТОЙ ИНДЕКАТОР СОНГОХ ШАЛГУУР



○ **Кросс корреляци/CCF/** →

Байгуулсан индикатораас мөчлөгтэй хамгийн өндөр хөндлөн корреляцитай үзүүлэлтийг ихээс нь бага руу эрэмбэлэн оноожуулав.

○ **Эргэлтийн цэгийн зөрүү** →

Индикаторын эргэлтийн цэг мөчлөгийн эргэлтийн цэгээс хэдэн сарын өмнө тохиолдож буй

○ **Зөрүүний хазайлт** →

Эргэлтийн цэгийн зөрүүний стандарт алдааг тооцоолох

○ **Эргэлтийн цэгийн танилт** →

- ✓ Индикаторын эргэлтийн цэг бизнесийн мөчлөгтэй тохирохгүй байх
- ✓ Мөчлөгөөс хугацааны хоцрогдолтойгоор илэрсэн эргэлтийн цэг
- ✓ Мөчлөгөөс хоцорч илэрсэн эргэлтийн цэгийн дундаж хоцрогдол

Өгөгдөл, цуглуулах,
бэлтгэх

Түрүүлэгч үзүүлэлт
сонгох

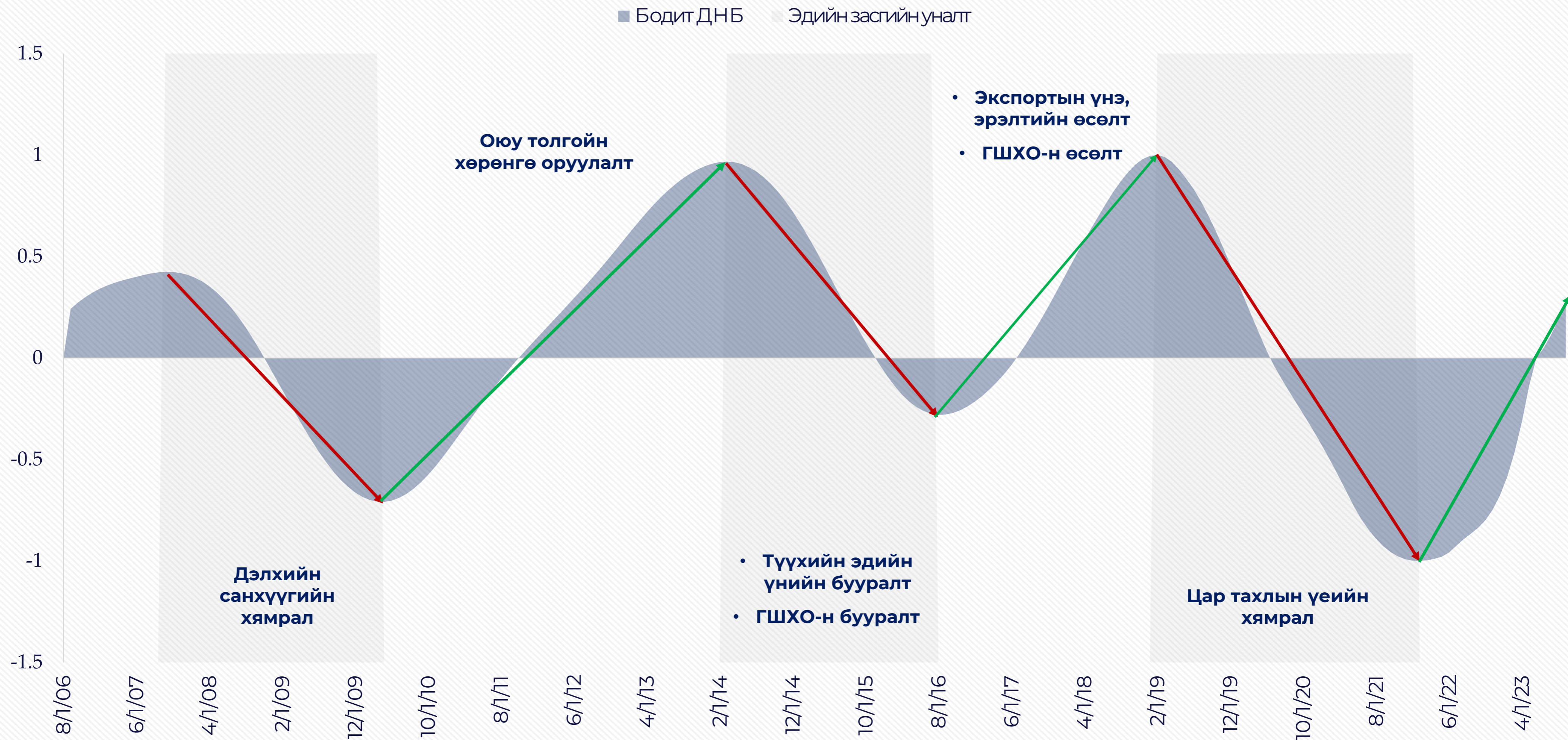
Индикатор байгуулах

Оновчтой индикатор
сонгох

Харьцуулалт



Эдийн засгийн мөчлөг



Эх сурвалж: Судлаачийн тооцоолол, Д. Ган-Очир, 2017 он

Өгөгдөл, цуглуулах, бэлтгэх

Түрүүлэгч үзүүлэлт сонгох

Индикатор байгуулах

Оновчтой индикатор сонгох

Харьцуулалт



Бүрдэл нь тэнцүү жинтэйгээр байгуулсан индикаторын оновчлол

	Эргэлтийн цэгийн зөрүү		Зөрүүний хазайлт		Эргэлтийн цэгийн танилт		CCF		Шалгуур
	Дундаж утга	Эрэмбэ	Стандарт хазайлт	Эрэмбэ	Оноо	Байр	Утга	Эрэмбэ	
Lag12	8.33	12	8.55	3	3.00	12	0.796	1	7.00
Lag11	8.00	10	8.63	2	1.80	10.5	0.818	2	6.13
Lag10	8.17	11	8.54	4	1.80	10.5	0.833	3	7.13
Lag9	7.50	9	8.64	1	1.60	5.5	0.853	4	4.88
Lag8	6.67	8	8.29	5	1.60	5.5	0.873	5	5.88
Lag7	6.50	7	8.24	6	1.60	5.5	0.889	6	6.13
Lag6	6.17	6	7.94	7	1.60	5.5	0.902	7	6.38
Lag5	5.83	5	7.65	8	0.60	1	0.910	8	5.50
Lag4	3.00	4	3.35	11	1.60	5.5	0.916	9	7.38
Lag3	2.83	3	3.25	12	1.60	5.5	0.923	11	7.88
Lag2	2.17	2	3.92	10	1.60	5.5	0.924	12	7.38
Lag1	1.17	1	4.17	9	1.60	5.5	0.918	10	6.38

Эх сурвалж: Судлаачийн тооцоолол

✓ Боловсруулсан шалгуурын хүрээнд **бүрдэл нь тэнцүү жинтэй**гээр байгуулсан индикатораас оновчтой индикаторыг тодорхойлоход **Lag3** нь хамгийн оновчтой байна. Энэхүү индикатор нь бизнесийн мөчлөгийг дунджаар **3 сарын өмнө** түүчээлж байна.

Өгөгдөл, цуглуулах, бэлтгэх

Түрүүлэгч үзүүлэлт сонгох

Индикатор байгуулах

Оновчтой индикатор сонгох

Харьцуулалт



Бүрдэл нь ялгаатай жинтэйгээр байгуулсан индикаторын оновчлол

РСА	Эргэлтийн цэгийн зөрүү		Зөрүүний хазайлт		Эргэлтийн цэгийн танилт		ССФ		Шалгуур
	Дундаж утга	Эрэмбэ	Стандарт хазайлт	Эрэмбэ	Оноо	Байр	Утга	Эрэмбэ	
Lag12	9.3	11	9.9	1	0.8	3	0.783	1	4.00
Lag11	3.5	2	36	10	2.0	8.5	0.801	2	5.63
Lag10	7.3	8	8.7	4	3.0	11.5	0.814	3	6.63
Lag9	5.3	5	6.9	6	0.4	1	0.825	4	4.00
Lag8	6.0	7	2.9	12	2.0	8.5	0.837	5	8.13
Lag7	8.2	10	9.3	3	1.6	6	0.845	6	6.25
Lag6	8.0	9	5.6	8	3.0	11.5	0.868	7	8.88
Lag5	4.7	4	8.5	5	1.0	4	0.885	8	5.25
Lag4	5.7	6	5.0	9	0.6	2	0.897	10	6.75
Lag3	9.4	12	9.7	2	2.0	8.5	0.902	12	8.63
Lag2	3.2	1	3.4	11	2.0	8.5	0.902	11	7.88
Lag1	4.0	3	6.4	7	1.2	5	0.894	9	6.00

Lag6 индикатор нь бизнесийн мөчлөгийн эргэлтийн цэгээс дунджаар **8 сарын өмнө** эргэж байна.

Нийт худалдаа, Аж үйлдвэрийн салбарын бүтээгдэхүүний нийт борлуулалт, Уул уурхайн олборлох аж үйлдвэр болон Мөнгөний нийлүүлэлт нь **Чили**

Мөнгөний нийлүүлэлт болон Хөнгөн тэрэгний тоо хэмжээ нь **Чех**

Нийт худалдаа, Экспорт, Хөнгөн тэрэгний тоо хэмжээ нь **Эстони**

Мөнгөний нийлүүлэлт болон Импорт нь **"The CLI of Mongolia"**

Экспорт нь **Оросын Холбооны Улс**

Эх сурвалж: Судлаачийн тооцоолол

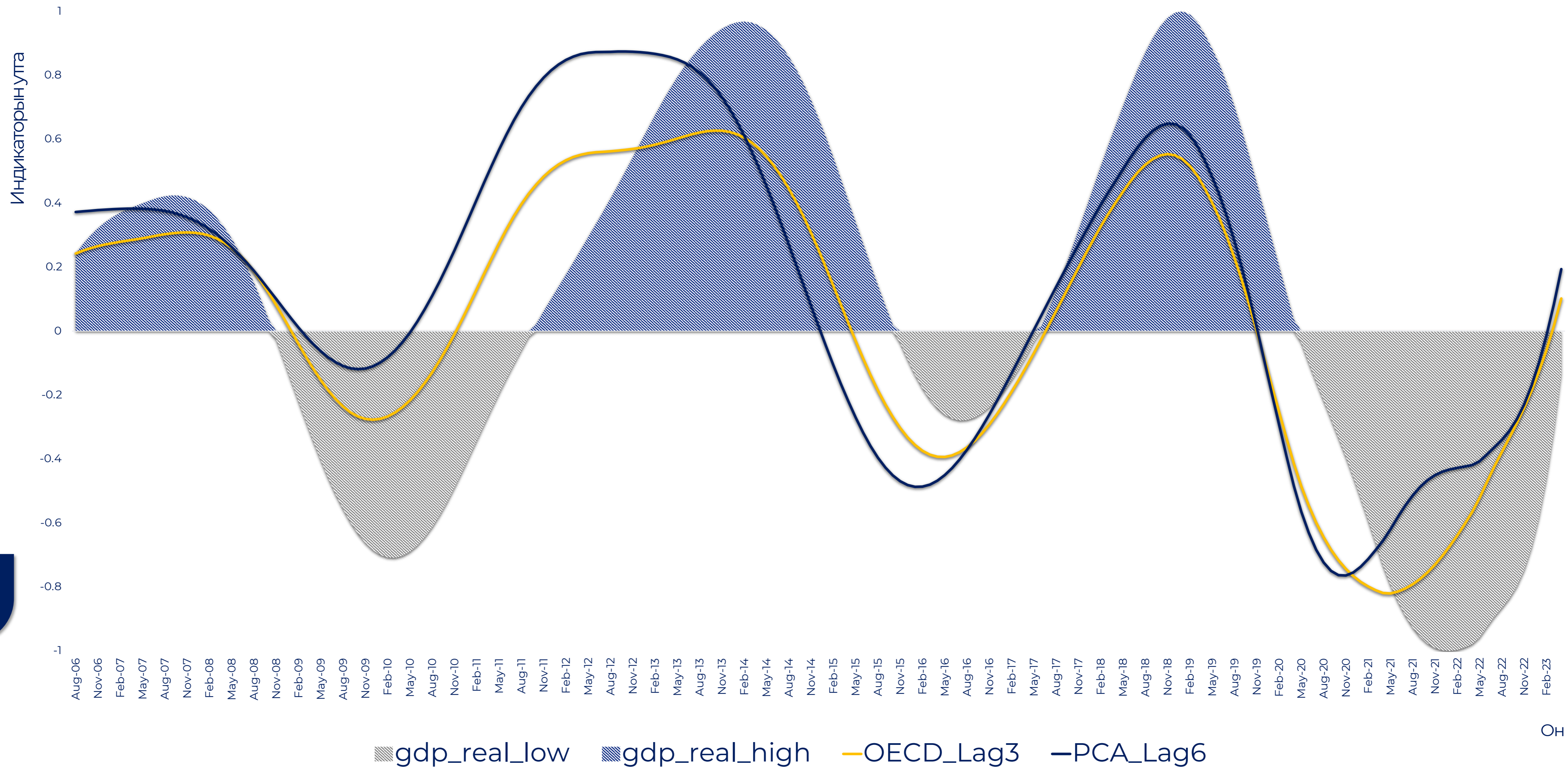
Өгөгдөл, цуглуулах,
бэлтгэх

Түрүүлэгч үзүүлэлт
сонгох

Индикатор байгуулах

Оновчтой индикатор
сонгох

Харьцуулалт



Эх сурвалж: Судлаачийн тооцоолол

Өгөгдөл, цуглуулах,
бэлтгэх

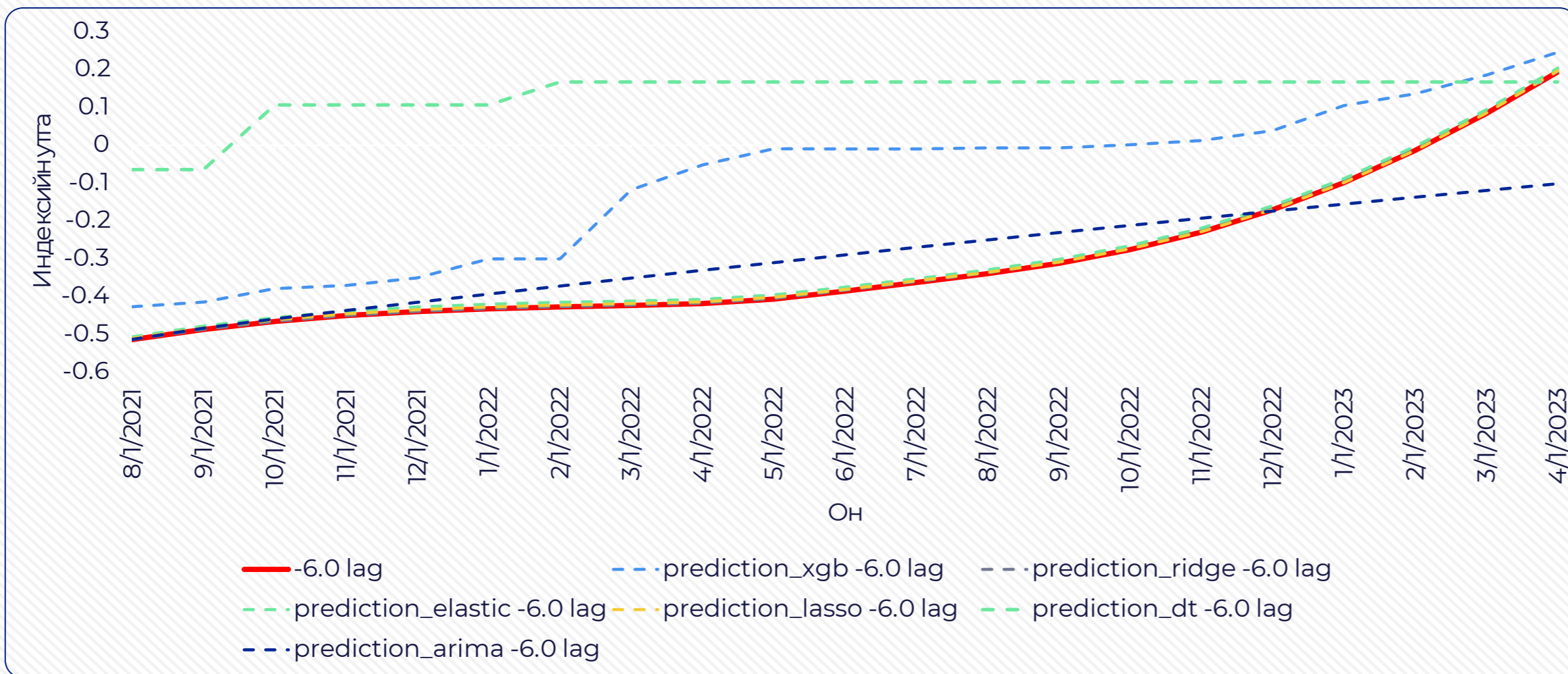
Түрүүлэгч үзүүлэлт
сонгох

Индикатор байгуулах

Оновчтой индикатор
сонгох

Харьцуулалт

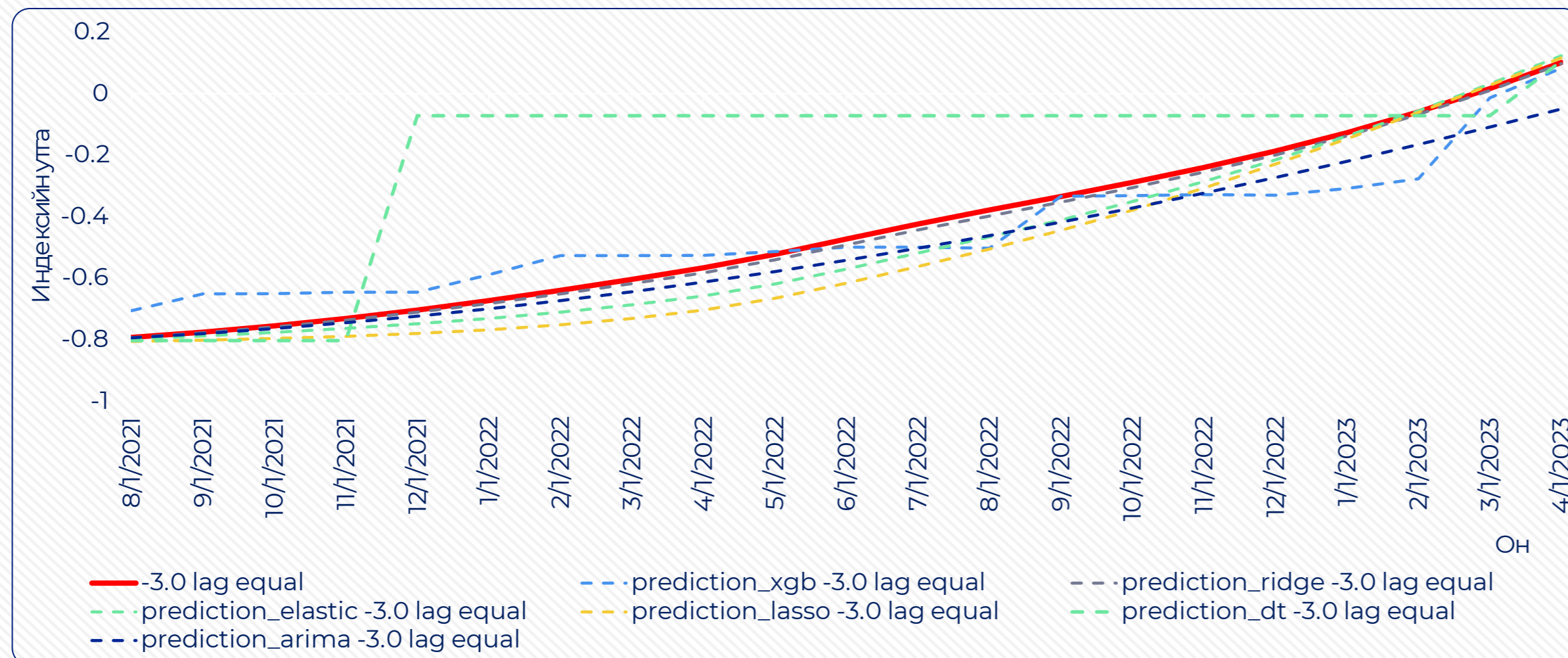
Тэнцүү жинтэй үеийн оновчтой индикатор



Алдааны квадратын дунжийн язгуур

Загвар	3 сар	6 сар	9 сар	12 сар
XGBoost	10.62%	9.26%	8.93%	8.07%
Ridge Regression	0.24%	0.57%	0.94%	1.25%
Elastic Net	1.48%	3.45%	5.52%	6.79%
LASSO Regression	2.90%	5.89%	8.72%	10.36%
Decision Tree	3.25%	35.78%	42.40%	41.88%
ARIMA	0.59%	1.55%	2.66%	4.15%

Ялгаатай жинтэй үеийн оновчтой индикатор



Алдааны квадратын дунжийн язгуур

Загвар	3 сар	6 сар	9 сар	12 сар
XGBoost	8.23%	9.30%	18.12%	24.48%
Ridge Regression	0.00%	0.03%	0.07%	0.12%
Elastic Net	0.87%	1.03%	1.08%	1.08%
LASSO Regression	0.37%	0.43%	0.45%	0.45%
Decision Tree	48.58%	51.75%	54.29%	54.53%
ARIMA	0.43%	1.97%	4.51%	6.15%

Өгөгдөл, цуглуулах, бэлтгэх

Түрүүлэгч үзүүлэлт сонгох

Индикатор байгуулах

Оновчтой индикатор сонгох

Харьцуулалт

Дүгнэлт

Байгуулсан индикаторт орсон үзүүлэлтүүдээс **8** үзүүлэлт нь “The CLI of Mongolia” судалгааны ажил болон **ОХУ, Чили, Чех, Эстони** улсын түрүүлэгч индикаторын үзүүлэлтүүд болон онолтой нийцтэй байна.

Таамаглал 1

Тэнцүү жинтэй индекатор /19 үзүүлэлт/

2007 оны 9 сарын мөчлөгийн эргэлтийн цэгээс хоцорч эргэсэн бол бусад үед мөчлөгийн эргэлтийн цэгээс түрүүлж эргэсэн байна.

Ялгаатай жинтэй индекатор /20 үзүүлэлт/

Хамгийн оновчтой индикатор ба мөчлөгийн эргэлтийн цэгээс ямагт түрүүлж эргэсэн байна.

Таамаглал 2

Таамаглалын алдаа багатай машин сургалтын загварууд

Уламжлалт эконометрик загвар

Таамаглалын алдаа ихтэй машин сургалтын загварууд

Ridge regression

ARIMA

XGBoost

Decision tree

Elastic – net

Lasso regression

Таамаглал 3

Санал зөвлөмж

Өгөгдлийн урт болон найдвартай байдал

Түрүүлэгч индикаторыг тогтмол шинэчлэх

НОМ ЗҮЙ

Эдийн засгийн хямралаас хойш дэлхий хэрхэн өөрчлөгдсөн бэ. (2018). Retrieved from Itoim: <https://itoim.mn/article/EbQO9/14187>

Ган-Очир, Д. (2020). *Монголын хөгжлийн зам*. Улаанбаатар: Адмон принт.

Л. Даваажаргал, Б. Хүслэн. (2018). Бизнесийн мөчлөгийг тодорхойлох нь. *Мөнгө ба Санхүү*.

Erdenebat.B. (2012). *The Composite Leading Indicator of Mongolia*. Retrieved from Munich Personal RePEc Archive: https://mpra.ub.uni-muenchen.de/72415/1/MPRA_paper_72415.pdf

Д.Ган-Очир, Б. Д. (2017). *Монгол улсын эдийн засгийн мөчлөг, түүнд нөлөөлөгч хүчин зүйлс*. Retrieved from Монгол банк: <https://www.mongolbank.mn/mn/research/140>

Брайн Сноудон, Ховард Р.Вэйн. (2010). *Орчин үеийн макроэкономикс*. Улаанбаатар.

Andres Azqueta-Gavaldon, D. H. (2021, 5). *Using machine learning and big data to analyse the business cycle*. Retrieved from European central bank: https://www.ecb.europa.eu/pub/economic-bulletin/articles/2021/html/ecb.ebart202105_02~c429c01d24.en.html

Marcelle Chauvet, R. R. (2021). *Transfer Learning for Business Cycle Identification*. Retrieved from Banco Central do Brasil: <https://www.bcb.gov.br/content/publicacoes/WorkingPaperSeries/wps545.pdf>

Andrea Giusto, J. P. (2016). Identifying business cycle turning points in real time with. *International Journal of Forecasting*.

Chaos, S. a. (2016). Forecasting business cycle with chaotic time series based on neural. *An interdisciplinary journal of nonlinear science*.

Giovanni Cicceri, G. I. (2020). A Machine Learning Approach to Forecast Economic Recessions—An Italian Case Study. *Mathematics*.

Andreas Psimopoulos. (2020). FORECASTING ECONOMIC RECESSIONS USING MACHINE LEARNING: AN EMPIRICAL STUDY IN SIX COUNTRIES. *South-Eastern Europe Journal of Economics*, 39-99.

Masoudnia, M. (2022). *Change-Point Detection in Business Cycles using Machine Learning Algorithms*. Retrieved from Universidad de Alicante: https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/125472/1/Investigacion_en_Fundamentos_del_Analisis_Economico_Masoudnia__Mohammadreza.pdf

Л.Даваажаргал, Б. (2018). *Бизнесийн мөчлөгийг тодорхойлох нь*. Retrieved from Монгол банк: <https://www.mongolbank.mn/mn/research/344>

Батболд, Н. (2022). Inflation Forecasting With Machine Learning Methods A Case Of Mongolia. *Монгол Банк Товхимол-17*, 98-114.

Л. Даваажаргал, Б. Гэрэлмаа, Б. Батдаваа, С. Билгүүнзул. (2020). Дотоодын нийт бүтээгдэхүүний нэгдсэн түрүүлэгч индикатор тооцох. *Монгол банк судалгааны ажлын товхимол-15*, 57-82.

Tang P, Zhang Y. (2024). China's business cycle forecasting: A machine learning approach. *Computational Economics*.

Müller, A. C., & Guido, S. (2017). *Introduction to Machine Learning with Python*. United States of America: O'Reilly Media, Inc.

Robert B, W. S. (1990). A seasonal-Trend Decomposition Procedure Based on Loess. *Journal Official Statistics*.

Zhuang, W. Z. (2002). *Leading Indicators of Business Cycles in Malaysia and the Philippines*. ADB.

J.R.Quinlan. (1986). Induction of decision trees. *Machine Learning* , 81-106.

Д. Ган-Очир, Б. Д. (2017). *Монгол улсын эдийн засгийн мөчлөг, түүнд нөлөөлөгч хүчин зүйлс*. Улаанбаатар: Монголбанк.

Hoerl, A. E. (1970). Ridge Regression: Biased Estimation for Nonorthogonal Problems. *Technometrics*, 55-67.

Tibshirani, R. (1997). Regression Shrinkage and Selection Via the Lasso. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)*, 267-288.

Zou, H. &. (2005). Regularization and variable selection via the elastic net. *Journal of the Royal Statistical Society*, 301-320.

Adel B. A., B. B. (2011). *Macroeconomics*. New York: United Nations.

Bataa, E. (2012). The Composite Leading Indicator of Mongolia. *Munich Personal RePEc Archive*.

OECD. (2022). *OECD Composite Leading Indicators: Turning Points of Reference Series and Component Series*. OECD.

OECD. (2012). *OECD system of composite leading indicators*. OECD.

Г. Амартүвшин, Б. Б. (2024). Санхүүгийн нөхцөлийн индекс. *Монголбанк Судалгааны ажлын "Товхимол 18"*, 72.

Martina Karlsson, H. O. (2014). *Economic and Business cycle indicators*. Jönköping International Business School.

Dominik Hirschbühl, L. O. (2021). Using machine learning and big data to analyse the business cycle. *ECB Economic Bulletin, Issue 5*.

Г.Батзориг, Г. С. (2014). *Ам долларын хэлбэлзлийг таамаглах боломж, түүнд нөлөөлөгч гадаад болон дотоод хүчин зүйлс*. Улаанбаатар: Монголбанк.

Burns, A. (1946). *Measuring Business Cycles*. National Bureau of Economic Research, Inc.

Brischetto, A. (2000). Forecasting Australian Economic Activity Using Leading Indicators. *RBA Research Discussion Paper*.

Klein, P. &. (1982). The Leading Indicator Approach to Economic Forecasting--Retrospect and Prospect. *NBER Working Papers 0941*.

OECD. (2019). *Compendium of Productivity Indicators* . OECD.

NIST. (2023). *Centered Moving Average*. Retrieved from NIST: <https://www.itl.nist.gov/div898/handbook/pmc/section4/pmc422.htm>

Glossary for OECD Composite Leading Indicators and Business & Consumer Tendency Surveys. (2024). Retrieved from OECD: <https://www.oecd.org/sdd/leading-indicators/glossaryforoecdcompositeleadingindicators.htm#CLI>

Composite Economic indicators. (2017). Retrieved from UNECE: https://unece.org/fileadmin/DAM/stats/documents/ece/ces/ge.42/2017/Seminar/Chapter_5_draft_2017.06.15_-_for_seminar.pdf



АНХААРАЛ ХАНДУУЛСАНД БАЯРЛАЛАА

Хавсралт 2. Бүрдлүүд нь тэнцүү жинтэйгээр байгуулсан индексүүд болон мөчлөгийн эргэлтийн цэгүүдийн хоорондын зөрүү

ОЕСД-н жишгээр жин оноосон	Орой	Уналт	Орой	Уналт	Орой	Уналт
	2007.09	2010.03	2014.02	2016.07	2019.01	2022.01
Lag12	0	5	23	4	4	14
Lag11	-1	5	23	4	4	13
Lag10	-1	5	23	5	4	13
Lag9	-2	5	23	4	4	11
Lag8	-2	4	22	4	3	9
Lag7	-2	4	22	4	3	8
Lag6	-2	4	21	3	3	8
Lag5	-2	4	20	3	2	8
Lag4	-2	3	5	2	2	8
Lag3	-2	3	4	2	2	8
Lag2	-3	2	3	1	1	9
Lag1	-5	1	2	0	1	8

Эх сурвалж: Судлаачийн тооцоолол

Хавсралт 3. Бүрдлүүд нь ялгаатай жинтэйгээр байгуулсан индексүүд болон мөчлөгийн эргэлтийн цэгүүдийн хоорондын зөрүү

РСА-р жин оноосон	Орой	Уналт	Орой	Уналт	Орой	Уналт
	2007.09	2010.03	2014.02	2016.07	2019.01	2022.01
Lag12	-1	7	28	4	9	9
Lag11	7	6	9	4	5	2
Lag10	0	5	24	3	3	9
Lag9	-3	5	18	3	6	3
Lag8	8	7	10	4	5	2
Lag7	-2	5	24	4	4	14
Lag6	5	5	16	6	2	14
Lag5	-5	2	20	4	0	7
Lag4	-2	5	10	3	6	12
Lag3	-	8	26	8	3	2
Lag2	-	3	5	0	0	8
Lag1	-4	4	6	1	2	15

Эх сурвалж: Судлаачийн тооцоолол

Хавсралт 4: Эргэлтийн цэгийн танилт

Түрүүлэгч индикатор	Индексийн эргэлтийн цэг бизнесийн мөчлөгтэй тохирохгүй байх		Мөчлөгөөс хугацааны хоцрогдолтойгоор илэрсэн эргэлтийн цэг		Мөчлөгөөс хоцорч илэрсэн эргэлтийн цэгийн дундаж хоцрогдол		Шалгуур		
	Илүү болон дутуу таамагласан оройн тоо	Оноо	Оройн тоо	Оноо	Дундаж хоцрогдол	Оноо	Нийлбэр оноо	Эрэмбэ	
Бүрдлүүд нь ялгаатай жинтэй Индекс	Lag12	2	0	1	0	-1	0.8	0.8	3
	Lag11	2	0	-	1	-	1	2	8.5
	Lag10	-	1	-	1	-	1	3	11.5
	Lag9	2	0	1	0	-3	0.4	0.4	1
	Lag8	2	0	-	1	-	1	2	8.5
	Lag7	-	1	1	0	-2	0.6	1.6	6
	Lag6	-	1	-	1	-	1	3	11.5
	Lag5	-	1	1	0	-5	0	1	4
	Lag4	2	0	1	0	-2	0.6	0.6	2
	Lag3	-1	0	-	1	-	1	2	8.5
	Lag2	-1	0	-	1	-	1	2	8.5
	Lag1	-	1	1	0	-4	0.2	1.2	5
Бүрдлүүд нь тэнцүү жинтэй Индекс	Lag12	-	1	-	1	-	1	3	12
	Lag11	-	1	1	0	-1	0.8	1.8	10.5
	Lag10	-	1	1	0	-1	0.8	1.8	10.5
	Lag9	-	1	1	0	-2	0.6	1.6	5.5
	Lag8	-	1	1	0	-2	0.6	1.6	5.5
	Lag7	-	1	1	0	-2	0.6	1.6	5.5
	Lag6	-	1	1	0	-2	0.6	1.6	5.5
	Lag5	2	0	1	0	-2	0.6	0.6	1
	Lag4	-	1	1	0	-2	0.6	1.6	5.5
	Lag3	-	1	1	0	-2	0.6	1.6	5.5
	Lag2	-	1	1	0	-3	0.6	1.6	5.5
	Lag1	-	1	1	0	-5	0.6	1.6	5.5

Тайлбар: Байгуулсан индикаторын эргэлтийн цэгийг хэр оновчтой таньж буйг шинжлэх зорилгоор энэхүү онооны хүснэгтийн байгуулсан болно. ЭЗХАХБ нь Улс бүрт тохирох цувралыг сонгохдоо дараах шалгуурыг тавьдаг байна. Үүнд:

1. Эдийн засгийн ач холбогдолтой: Индикаторын бүрдэл дэх бүрэлдэхүүнүүд эдийн засгийн онолын ач холбогдолтой байх
2. Оновчтой индикатор нь мөчлөгийн эргэлтийн цэгийг дутуу болон илүү мэдрэхгүй байх
3. Эргэлтийн цэгийг түрүүлж мэдэрдэг байх (Glossary for OECD Composite Leading Indicators and Business & Consumer Tendency Surveys, 2024).

Хавсралт 5: Судлаачийн байгуулсан түрүүлэгч индикатор болон бусад улсын түрүүлэгч индикаторын бүрдлийн харьцуулалт

Үзүүлэлт	6 хожимдол той индекс	3 хожимдо лтой индекс	The Composite Leading Indicator of Mongolia Bataa, Erdenebat (2012)	ОХУ	Чили	Чех	Истони
Үйлдвэрлэл	Бүтээгдэхүүний цэвэр татвар	+	+				
	Боловсруулах аж үйлдвэр	+	+				
	Нийт худалдаа	+	+			+	+
	Аж үйлдвэрийн салбарын бүтээгдэхүүний нийт борлуулалт	+	+			+	
	Экспорт	+			+		+
Мөнгөний нийлүүлэлт ба инфляц	Уул уурхайн олборлох аж үйлдвэр	+	+			+	
	Нүүрс олборлолт	+	+				
	М1 сая төгрөгөөр	+	+		+	+	
	Нийт актив	+	+				
	Төгрөгийн харилцах, хадгаламж	+	+				
Хэрэглээ	Банкны нөөц	+	+				
	Нэгдсэн төсвийн орлого тухайн сараар	+	+				
	Хөнгөн тэрэг тоо ширхэг	+	+			+	+
	Хөнгөн тэрэг үнэ	+	+				
	Аж үйлдвэрлэлийн орцын импорт	+	+				
СЗЗ	Импорт	+	+		+		
	Удаан эдэлгээтэй барааны импорт	+	+				
	Импортын бензиний үнэ	+	+		+		
	Үнэт цаасны зах зээлийн нийт үнэлгээ	+	+				
	Хэвийн зээл	+	+				

Хавсралт 6: Alpha параметрийн сонголтын матриц

Alpha	Model	-6.0 lag	-3.0 lag equal	Model	-6.0 lag	-3.0 lag equal	Model	-6.0 lag	-3.0 lag equal
0.1	Ridge	0.197 %	1.286%	Elastic	2.515 %	8.315%	LASSO	1.307 %	9.052%
0.2		0.392 %	1.385%		2.571 %	6.046%		0.370 %	11.426%
0.3		0.543 %	1.506%		2.208 %	6.037%		0.683 %	13.376%
0.4		0.668 %	1.649%		1.825 %	6.210%		1.091 %	14.270%
0.5		0.774 %	1.802%		1.487 %	6.867%		1.444 %	14.459%
0.6		0.866 %	1.958%		1.222 %	7.454%		1.520 %	14.780%
0.7		0.948 %	2.113%		1.062 %	8.068%		1.629 %	15.050%
0.8		1.021 %	2.262%		1.085 %	8.544%		1.752 %	14.894%
0.9		1.088 %	2.407%		1.207 %	8.483%		1.899 %	14.820%
1		1.148 %	2.545%		1.310 %	9.059%		2.089 %	14.758%

Хавсралт 7: Alpha параметрийн утга

	-6.0 lag	-3.0 lag equal
Model	Alpha param	
Ridge	0.1	0.1
Elastic Net	0.7	0.3
LASSO	0.2	0.1