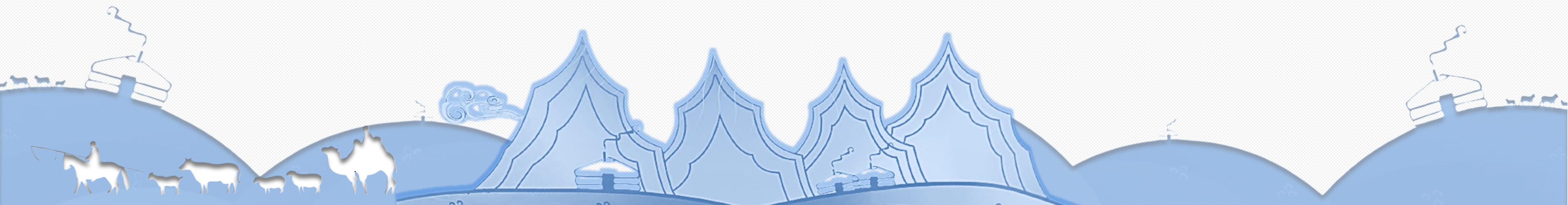




Уур амьсгалын өөрчлөлтийн нөлөөг тооцон машин сургалтын аргаар инфляцыг таамаглах нь

МОНГОЛБАНКНЫ ЭРДЭМ ШИНЖИЛГЭЭНИЙ БҮТЭЭЛИЙН УРАЛДААНД ЗОРИУЛАВ.

Удирдагч багш: Б.Лхагважаргал /МА/
Гүйцэтгэсэн: Г.Номин-Эрдэнэ /СЭЗИС, Эдийн засаг IV-р курс/





01 Оршил



02 Судлагдсан байдал



03 Онол



04 Арга зүй



05 Шинжилгээний хэсэг



06 Дүгнэлт, санал зөвлөмж

ОРШИЛ



УАӨ



ХАА, МАА Гарц



Хүнсний үнэ



Инфляц

2025.04 Инфляц 8.6 хувь

Үүнээс **1.2** хувийг мах, сүү, гурил дангаар
Хонины махны үнийн жилийн өсөлт **16.9 хувь**

“УАӨ-ийг инфляцын таамаглалд тусгах
ёстой чухал хүчин зүйл.”

Судалгааны зорилго

МУ-ын инфляцыг машин сургалтын аргаар таамаглахдаа УАӨ-ийн нөлөөг тооцон загварын алдааг бууруулах, мөн УАӨ-ийн инфляцад үзүүлэх нөлөөг шинжлэхэд оршино.

СУДАЛГААНЫ ТААМАГЛАЛ

1

Таамаглал

Инфляцыг машин сургалтын аргаар таамаглах нь уламжлалт ARIMA аргатай харьцуулахад алдаа багатай байна.

2

Таамаглал

Инфляцын таамаглалд уур амьсгалын өөрчлөлтийн нөлөөг тусгах нь загварын нарийвчлал, ач холбогдлыг сайжруулна.

3

Таамаглал

УАӨ-ийг илэрхийлэх агаарын дундаж температур болон хур тунадасны хэмжээ нь инфляцад нөлөөлнө.

СУДЛАГДСАН БАЙДАЛ

СУДЛАГДСАН БАЙДАЛ

УАӨ-ийн нөлөөг шинжилсэн судалгааны ажлууд

Каземи Гараже нар (2023): Цаг агаарын эрс тэс үзэгдэл нь хөдөө аж ахуйн үйлдвэрлэлийн гарцыг бууруулж, бүтээгдэхүүний үнийг өсгөдөг.

Ли нар (2023): Агаарын дундаж температур 1% өсөхөд инфляц 0.0189%-аар өсдөг.

(GIZ & UNDP, 2023): Зуд нь хөдөө аж ахуйн үйлдвэрлэлийг -2.3%, ДНБ-ийг жилд дунджаар -0.9%-аар агшаах нөлөөтэй. Улмаар өрхийн орлого буурч, дотоодын хэрэглээ хумигдан, нийлүүлэлтийн хомсдол бий болсноор инфляц өсдөг.

(IMF, 2012): Хүнсний үнийн өсөлт нь инфляцын хэлбэлзлийн шалтгаан болохыг тогтоож, цаг уурын нөхцөл болон хөдөө аж ахуйн нийлүүлэлтийн шок нь инфляцыг өсгөх дарамтыг бий болгож байна.

О.Нандинжаргал, Ц.Сэлэнгэ (2024): Зудын шок нь эдийн засгийг агшааж, ядуурлыг нэмэгдүүлдэг бол дэд бүтцийн хөрөнгө оруулалтыг нэмэгдүүлэх нь эдийн засгийг сэргээх боломжтой боловч өрийн түвшин нэмэгдэх эрсдэлтэй.

Л .Даваажаргал, Б. Ананд, Э. Хосбаяр (2023): Температур 1 градусаар нэмэгдэх нь ДНБ-ий өсөлтийг 0.48 хувиар сааруулдаг. Температур хурдтай нэмэгдэж байгаа нь ХАА гарцыг бууруулж, үнийг өсгөх эрсдэлтэй.

СУДЛАГДСАН БАЙДАЛ

Инфляцыг шинжилсэн дотоодын судалгааны ажил

Инфляц нь дотоод (мөнгөний нийлүүлэлт, цалин, хүнсний бүтээгдэхүүний үнийн шок, эдийн засгийн мөчлөг) болон гадаад (БНХАУ, АНУ-ын инфляц, газрын тос, зэс, алтны үнэ, валютын ханшийн хэлбэлзэл) хүчин зүйлийн нөлөөгөөр тодорхойлогддог.

Шатахууны үнэ, цалингийн өөрчлөлт, хүнсний бүтээгдэхүүний үнийн огцом өсөлт, нэрлэсэн ханшийн хэлбэлзэл, БНХАУ-ын инфляц нь харьцангуй богино хугацаанд инфляцын түвшинд нөлөөлдөг.

Ган-Очир, Д., & Батболд, Н. (2024): Ридж регресс нь 1-4 улирлын бүх таамаглалыг харьцангуй зөвөөр таамаглаж байсан. Инфляцад богино хугацаанд нийлүүлэлтийн, дунд хугацаанд эрэлтийн хүчин зүйлс давамгайлах хандлагатай.

Б.Золзаяа (2024) : Neural Network-ээр 1–4 улирлын дараах инфляцыг таамагласан. Инфляцад санхүүгийн тогтвортой байдлын индекс, улсын байгууллагын зээл, ажиллах хүчний оролцооны түвшин хамгийн хүчтэй нөлөөлдөг.

СУДЛАГДСАН БАЙДАЛ

Судалгааны шинэлэг байдал



Хүнсний үнэ

Хүнсний үнийн хэлбэлзэл нь инфляцад нөлөөлдөг. Тэрхүү хүнсний үнэ нь цаг уурын нөхцөл байдал, УАӨ-ийн нөлөөн дор явагддаг.



Машин сургалт

Инфляцыг таамаглахад машин сургалтын аргыг ашиглах нь загварын алдааг бууруулах давуу талтай.



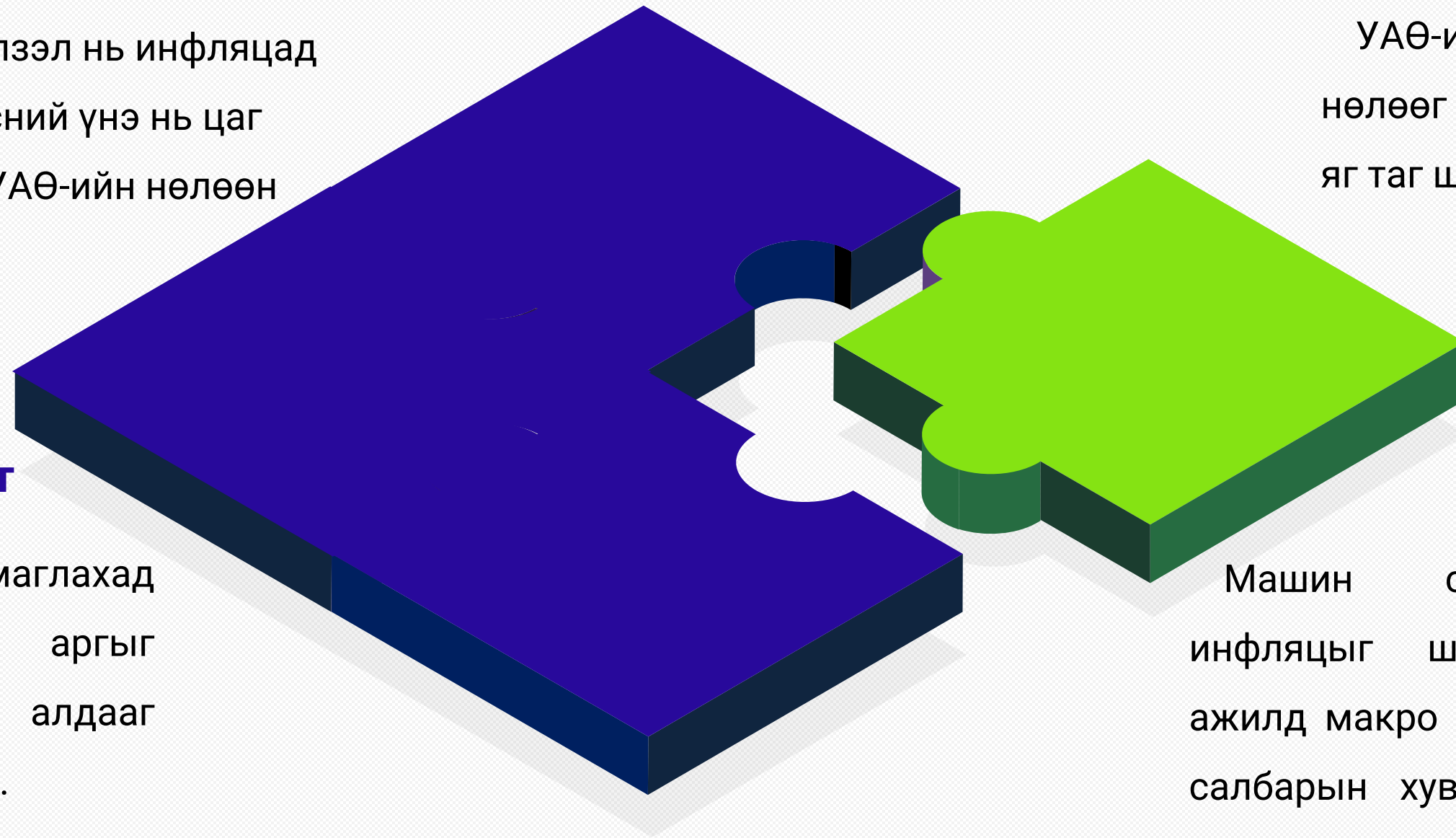
Эконометрик үнэлгээ

УАӨ-ийн инфляцад үзүүлэх нөлөөг эконометрик загвараар яг таг шинжлээгүй байна.



УАӨ нөлөө

Машин сургалтын аргуудаар инфляцыг шинжилсэн судалгааны ажилд макро эдийн засаг, санхүүгийн салбарын хувьсагчдыг авч үзсэн ч УАӨ-ийн нөлөөг орхигдуулсан байна.



ОНОЛЫН ХЭСЭГ

“Climateflation” УАӨ-өөс үүдэлтэй нийлүүлэлтийн инфляц

Хомсдолын суваг

УАӨ нь нийт хүчин зүйлсийн бүтээмжид (TFP) сөргөөр нөлөөлдөг бөгөөд энэ нь нийлүүлэлтийг бууруулах тул инфляцын дарамтыг улам бүр гүнзгийрүүлдэг.

$$TFP = A_0 \cdot \Phi(m_t), \Phi(m_t) = \exp[-\gamma(m_t - m_{1750})]$$

- A_0 : Технологийн дэвшлийн суурь өсөлт
- $\Phi(m_t)$: УАӨ-өөс үүдэлтэй үйлдвэрлэлийн үр ашгийн алдагдлыг загварчлахад ашиглагддаг эвдрэлийн функц
- m_t : t үе дэх агаар мандал дахь нүүрстөрөгчийн давхар ислийн дундаж агууламж
- m_{1750} : Аж үйлдвэржилтээс өмнөх үеийн агаар мандлын нүүрстөрөгчийн давхар ислийн дундаж агууламж
- γ : УАӨ-ийн сөрөг нөлөө TFP-д хэрхэн нөлөөлөхийг илэрхийлсэн коэффициент

Зардлын суваг

УАӨ-өөс үүдэлтэй үйлдвэрлэлийн зардал нэмэгдэж, үнэ өсөх дарамтыг бий болгодог. Шинэ Кейнсийн онолд, инфляцын динамик өөрчлөлтийг нийлүүлэлтийн талаас Филлипсийн муруй ашиглан загварчилдаг.

$$\pi_t = \beta E_t[\pi_{t+1}] + \kappa(y_t - y_t^n) + u_t$$

- π_t : t хугацаан дахь инфляцын түвшин
- $E_t[\pi_{t+1}]$: Инфляцын ирээдүйн хүлээлт
- $y_t - y_t^n$: ДНБ-ий зөрүү
- u_t : Нийлүүлэлтийн шок буюу УАӨ
- κ : Үнийн хөшүүн байдлын коэффициент
- β : Дискаунтын коэффициент

Бодлогын хариу арга хэрэгсэл

Мөнгөний бодлого

Төв банкны мөнгөний бодлого нь инфляцын хүлээлтийг тогтворжуулах гол хэрэгсэл болдог. Шинэ Кейнсийн динамик загварт бодлогын хүүг Тэйлорийн дүрмийн дагуу дараах байдлаар тодорхойлдог.

$$i_t = r^* + \phi_\pi(\pi_t - \pi^*) + \phi_x x_t$$

i_t бодлогын хүү

r^* тэнцвэрт хүү

π_t тухайн үеийн инфляцын түвшин,

x_t ДНБ-ий зөрүү

Policy Trade Off: Бодлогын хүүг огцом өсгөвөл, эдийн засгийн өсөлт саарч, ажилгүйдэл нэмэгдэх; хэт зөөлөн бодлого баримталбал инфляцын хүлээлт тогтворгүй болж, үнийн өсөлт өндөр түвшинд хадгалагдана.

Сангийн бодлого

Сангийн бодлого нь нийлүүлэлтийг дунд ба урт хугацаанд тогтворжуулахад чухал үүрэгтэй.

1. Уур амьсгалын нөлөөг бууруулах чиглэлд хөрөнгө оруулалтыг дэмжих
2. Шилжүүлгийн болон татварын бодлого нь нийгмийн эмзэг бүлгийнхэнд учирч буй инфляцын дарамтыг бууруулахад чиглэх
3. Уур амьсгалын сөрөг нөлөөллийн улмаас инфляцын хүлээлт тогтворгүй байгаа үед инфляцын таамаглал боловсруулагчид зах зээлийн оролцогчдод бодлогын чиглэлийг ойлгомжтойгоор дамжуулах, ил тод байдлыг хангах

Бэлчээрийн экосистем

- Өвсний ургац багасах
- Ургац болон бэлчээрийн чанар муудах
- Бэлчээрийн доройтол, цөлжилт эрчимжих
- Хадлан бэлдэх боломж муудах

МАА-д үзүүлэх нөлөө

- Малын хорогдол ихсэх
- Мал давжаарах
- Мах, сүү, үс ноосны чанар муудах
- Малын ашиг шим буурах

УУР АМЬСГАЛЫН
ӨӨРЧЛӨЛТ

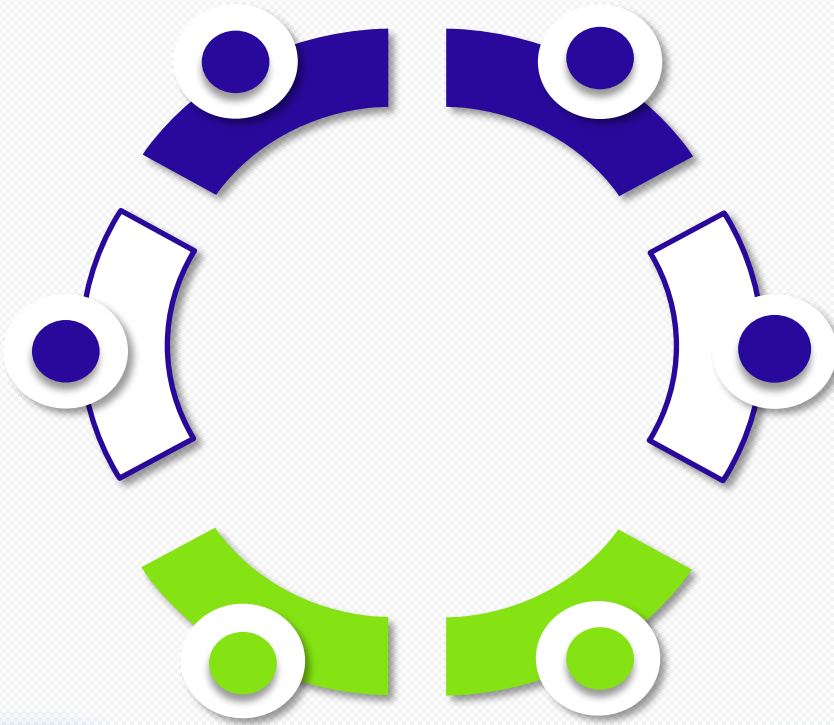
ИНФЛЯЦ

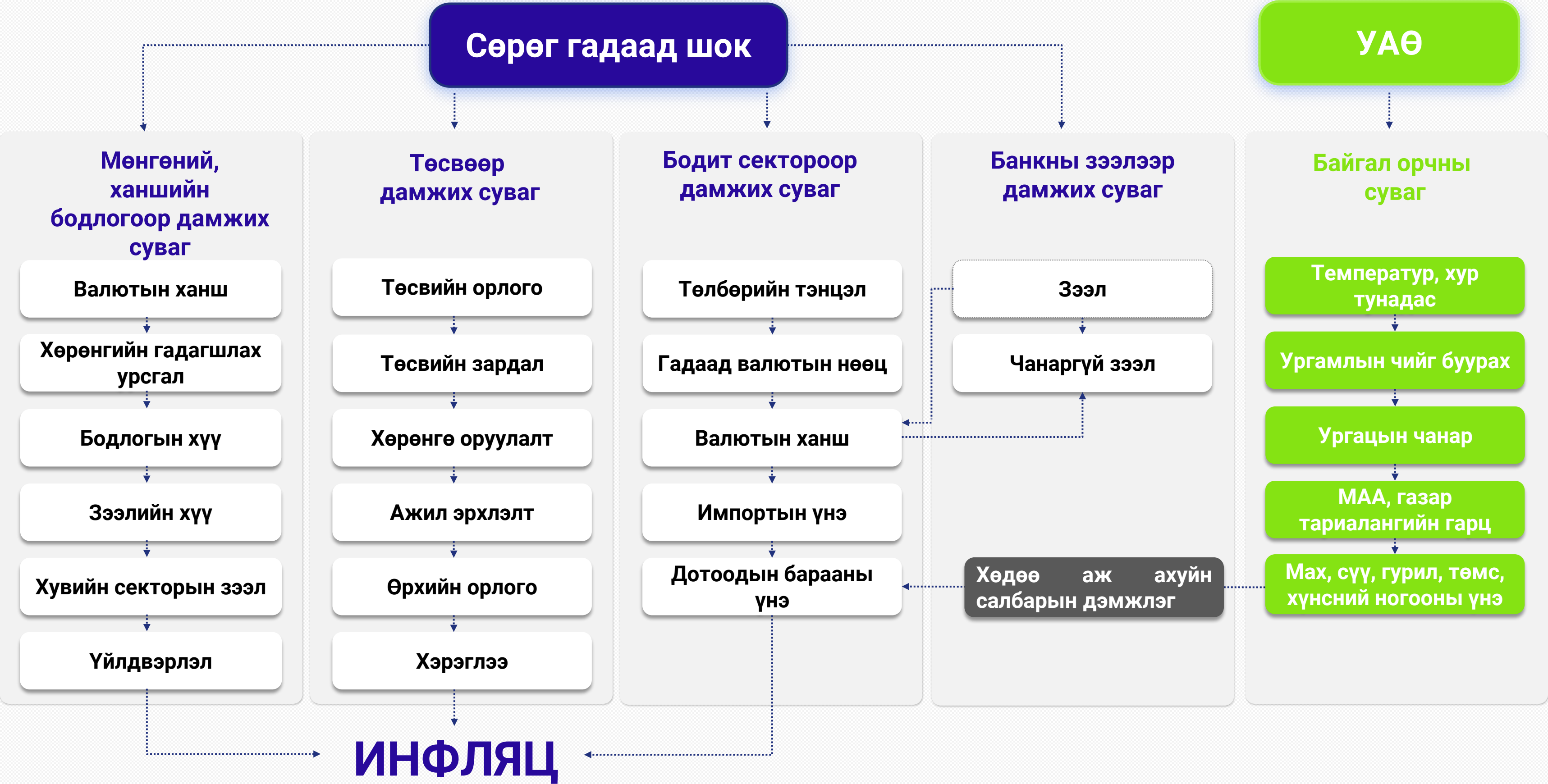
Ургац

- Ургац мөндөрт цохиулах, үерт урсах
- Ургамлын чийг уурших
- Таримал ургамал налах
- Ургамал элс, шороонд дарагдах

Газар тариалан

- Таримал ургамал сүйдэх
- Үр тарианы ургацын хэмжээ алдагдах
- Улаан буудай, төмс, хүнсний ногоо, тэжээлийн ургамлын ургалт муудах





СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ

СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ



СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ

Машин сургалтаар сургах арга зүй

SVR

$f(x) = w^T x + \gamma$ хэлбэртэй шугаман функц ашиглан аль болох алдаа багатай таамаглал хийх зорилготой.

Гэвч энэхүү шугаман функц олдохгүй тохиолдолд **алдааны хүлцэх хязгаар** (ξ) тусгай хувьсагчид болох ($\xi_i^+ \geq 0, \xi_i^- \leq 0$) – ыг загварт оруулдаг.

$$\min \frac{1}{2} \|w\|^2 + C \sum_{i=1}^n (\xi_i^+ + \xi_i^-)$$

$$\text{s.t. } y_i - w^T x_i - \gamma \leq \epsilon + \xi_i^+, \quad \forall i = 1, \dots, n \\ w^T x_i + \gamma - y_i \leq \epsilon + \xi_i^-, \quad \forall i = 1, \dots, n$$

C параметр нь алдааны хүлцлийн хэмжээг ямар хэмжээгээр шийтгэхийг тохируулах гиперпараметр бөгөөд **кернел гэх тусгай арга** ашиглан дээрх тэгшитгэлийг боддог.

Санамсаргүй ой

Сургалтын түүврийн бүүтстрап дээр хэд хэдэн шийдвэрийн мод бүтээх явцад, p таамаглагчуудын бүрэн багцаас **санамсаргүй түүврээр m таамаглагчийг** сонгодог.

Санамсаргүй хуваалт тус бүрт таамаглагчуудын зөвхөн нэг хэсгийг авч үздэг. Тиймээс дунджаар $\frac{p-m}{p}$ тооны хуваалт нь нөлөөтэй таамаглагчийг хэрэглэхгүй, бусад таамаглагчуудад илүү боломж олгоно. Энэ үйл явцыг **модыг декорреляц хийх** гэнэ.

Ингэснээр үүссэн моднуудын дунжийг арай **бага хувьсамтгай**, улмаар илүү найдвартай болгодог.

XGBoost

$$L^{(t)} = \sum_{i=1}^n l(y_i, \hat{y}^{t-1} + f_t(x_i)) + \Omega(f_t)$$

Градиент дээр суурилсан модыг өргөтгөх алгоритмыг ашиглан машин сургалтын загваруудын чадлыг сайжруулах зорилготой.

$l(y_i, \hat{y}_i)$ таамагласан болон бодит утгын зөрүүг илэрхийлэх алдагдлын функц

$\Omega(f_t)$ торгууль буюу модны хэт тохируулгад оноосон функц

Мод бүрийг дараах байдлаар сургаж, өмнөх үеийн алдааг багасгадаг:

$$\hat{y}_i^t = \hat{y}_i^{t-1} + \eta f_t(x_i)$$

η нь сургалтын хурд (learning rate) бөгөөд загварын өөрчлөгдөх хэмжээг хянадаг.

СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ

Машин сургалтаар сургах арга зүй

Ридж Регресс

$$\sum_{i=1}^n (y_i - \beta_0 - \sum_{j=1}^p \beta_j x_{ij})^2 + \lambda \sum_{j=1}^p \beta_j^2 = RSS + \lambda \sum_{j=1}^p \beta_j^2$$

Хоёр дахь гишүүн $\lambda \sum_j \beta_j^2$ агшилтын торгууль нь β_j -ийн тооцооллыг тэг рүү чиглүүлэх буюу **агшаах нөлөө** үзүүлдэг.

Хөглөх параметр λ нь регрессийн коэффициентын тооцоололд эдгээр хоёр гишүүний харьцангуй нөлөөллийг зохицуулдаг. λ нэмэгдэхийн хэрээр ридж коэффициентын тооцоолол нь тэг рүү багасна.

Ридж регрессийн **сул тал** нь эцсийн загвараар бүх p таамаглагчийг багтаадаг ба p хувьсагчийн тоо их нөхцөлд загварыг тайлбарлахад бэрхшээл учруулж болзошгүй.

+

Лассо Регресс

$$\sum_{i=1}^n (y_i - \beta_0 - \sum_{j=1}^p \beta_j x_{ij})^2 + \lambda \sum_{j=1}^p |\beta_j| = RSS + \lambda \sum_{j=1}^p |\beta_j|$$

Лассо нь энэ **сул талыг арилгасан** ридж регрессийн харьцангуй сүүлийн үеийн хувилбар юм.

Лассо болон ридж регрессийн ганц ялгаа нь ридж регрессийн торгуулийг $|\beta_j|$ гэж сольдог.

Лассо-ийн хувьд l_1 торгууль нь хөглөх параметр λ хангалттай их үед зарим коэффициентын тооцооллыг **яг тэгтэй тэнцүү** болгож хүчилдэг.

Лассо нь **хувьсагч сонгох** үүрэг гүйцэтгэдэг. Үүний үр дүнд лассогоос гарсан загварууд нь тайлбарлахад хялбар байдаг.

=

Уян Тор

$$\hat{\beta} = \underset{\{\beta_1, \dots, \beta_k\}}{\operatorname{argmin}} \left(\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (y_t - \sum_{j=1}^k x'_{j,t} \beta_j)^2 + \lambda P_{\alpha}(\beta) \right)$$

$$P_{\alpha}(\beta) = \sum_{j=1}^k \alpha |\beta_j| + \frac{1-\alpha}{2} \beta_j^2$$

$\lambda \geq 0$ хөглөх параметр

$\alpha \in (0, 1)$ нь Лассо (l_1 торгууль) ба Ридж (l_2 торгууль)-ийн харьцааг тодорхойлох хосолсон параметр

$\alpha = 1$ үед цэвэр Лассо, $\alpha = 0$ үед цэвэр Ридж регресс болно.

Ридж болон Лассо регрессийн **хосолмол хувилбар** бөгөөд ридж регресс шиг хувьсагчдын коэффициентуудыг бууруулж үнэлэхийн зэрэгцээ Лассо загвар шиг хувьсагч сонголтын үүрэг гүйцэтгэдэг.

ШИНЖИЛГЭЭНИЙ ХЭСЭГ

1

Инфляцыг таамаглах
алдаа багатай загварыг
тодорхойлох

2

УАӨ-ийн инфляцад
үзүүлэх нөлөөг шинжлэх

3

УАӨ-ийг инфляцын
таамаглалд ашиглах

ШИНЖИЛГЭЭНИЙ ХЭСЭГ

Ашигласан өгөгдөл

Уур амьсгалын өөрчлөлт

Судалгаанд Монгол орны **Хангай, Төв, Зүүн, Баруун** бүсүүдийн уур амьсгалын өгөгдлийг ашигласан. УАӨ-ийн нөлөөг Дэлхийн цаг уурын байгууллага (**WMO**)-ын зөвлөмжийн дагуу хоёр үндсэн хувьсагчаар төлөөлүүлсэн.

- *Агаарын дундаж температур*
- *Хур тунадасны нийлбэр*

Уур амьсгалын нөлөө нь улирлаар ялгаатай илэрдэг тул загварт улирлын онцлогийг тусгах шаардлагатай.

$$CL_TEMP_{Seasons,t} = D_{s,t} \times (TEMP_t - TEMP_{1991-2020})$$

$$CL_KHUR_{Seasons,t} = D_{s,t} \times (PRCP_t - PRCP_{1991-2020})$$

Уур амьсгалын эрсдэлийн шууд болон дам нөлөөг тодорхойлж, инфляцад нөлөөлөх сувгуудыг загварчлахын тулд дараах хувьсагчдыг нэмэлтээр ашигласан:

- *Том малын зүй бус хорогдол*
- *Гамшгийн улмаас учирсан хохирлын хэмжээ*

ШИНЖИЛГЭЭНИЙ ХЭСЭГ

Ашигласан өгөгдөл

Н. Батболд, Д.Ган-Очир (2024), (Ч.Алтан-Өлзий & А.Ганбат, 2018), Д.Ган-Очир, Л.Даваажаргал, (2017) : Нийт 114 хувьсагч
2007 оны 8 сар - 2024 оны 12 сар

Мөнгөний, зээлийн хувьсагчид

М1, М2 мөнгө, ГВУН, Банкнуудын зээлийн үлдэгдэл, Чанаргүй зээлийн нийт зээлд эзлэх хувь

Хөдөлмөрийн зах зээл

Ажиллах хүч, Ажиллагчид, Ажилгүйдлийн түвшин, Цалин, Өрхийн орлого

Гадаад салбар

Брент Тос Төмөр, Зэс, Алт, Нүүрс, Газрын тосны үнэ, АНУ, БНХАУ, ОХУ-ын ДНБ-ий өсөлт

Валютын ханш ба хүү

Бодлогын хүү, Зээлийн хүү, ТБҮЦ хүү, БНХАУ, АНУ валютын ханш, REER, NEER

Төлбөрийн тэнцэл

ГШХО-ын үлдэгдэл, Багцын ХО, Нийт экспорт, Бараа үйлчилгээний экспорт, импорт

Засгын газрын төсөв

Урсгал/Татвар/Нийтлэг татварын бус орлого, Урсгал/Хөрөнгийн зардал, Хүү, Зээл, Төсвийн тэнцэл

Гадаад худалдаа

Импорт, Экспорт барааны бүлгээр

ҮХХ, Хөрөнгийн зах

Үнэт цаасны гүйлгээний дүн, TOP-20 индекс, 33-ийн үнэлгээ

Үнэ

Хүнсний бараа, ундаа, ус, Төмсний үнэ, Бензин, Хонины мах, Сүү, Гурилын үнэ

ШИНЖИЛГЭЭНИЙ ХЭСЭГ

Загваруудын үр дүн

Машин сургалтын аргууд болон ARIMA загварын RMSFE харьцаа

Машин сургалтын аргууд	3 сар	6 сар	9 сар	12 сар
Уян тор	78%	49%	40%	33%
Ридж регресс	95%	52%	41%	34%
Санамсаргүй ой	84%	66%	49%	53%
Лассо регресс	86%	60%	57%	59%
XGBoost	92%	72%	52%	57%
Тулгуур вектор регресс	118%	102%	96%	77%
	Уян тор Санамсаргүй ой Лассо регресс	Уян тор Ридж регресс Лассо регресс	Уян тор Ридж регресс Санамсаргүй ой	Уян тор Ридж регресс Санамсаргүй ой

Машин сургалтын арга нь уламжлалт ARIMA загвартай харьцуулахад алдаа багатай инфляцыг таамаглаж байна.

ШИНЖИЛГЭЭНИЙ ХЭСЭГ

УАӨ-ийн инфляцад үзүүлэх нөлөө

Төв, Баруун бүсийн өвлийн АДТ

Өвлийн температур огцом буурч, хүйтний эрч чангарсан тохиолдолд **инфляц өснө**. Энэ нөлөө нь хугацаа өнгөрөхийн хэрээр, ялангуяа дунд болон урт хугацаанд илүү хүчтэй илэрч байна.

Төвийн бүсийн зуны ХТН

Төвийн бүсэд зуны улиралд **хур тунадасны хэмжээ буурах** нь инфляцыг богино хугацаанд өсгөж байна. Энэхүү нөлөө нь урт хугацаанд илүү хүчтэй илрэх төлөвтэй.

Малын хорогдол, хохирол

Том малын зүй бус хорогдол, гамшгийн хохирлын хэмжээ инфляцад нөлөөлөгч топ 31 хувьсагчид багтаагүй байна.

Хүнсний үнэ

Хүнсний бүтээгдэхүүн нь инфляцад нөлөөлөгч хамгийн чухал хувьсагч байна.

Нийлүүлэлтийн инфляц

Богино хугацааны инфляцын таамаглалд хүнсний бараа, ундаа, усны үнэ, АИ-92 шатахууны үнэ, 1-р зэргийн гурилын үнэ зэрэг гол нэрийн хэрэглээний үнийн хэлбэлзэл хамгийн өндөр нөлөө үзүүлж байгаа нь нийлүүлэлтийн шалтгаант инфляц давамгайлж байгааг илтгэж байна.

Лассо регрессийн загвар нь хувьсагчдын инфляцад үзүүлэх нөлөөг бууруулж үнэлдэг.

ШИНЖИЛГЭЭНИЙ ХЭСЭГ

УАӨ-ийн нөлөөг тооцон инфляцын таамаглалын алдааг бууруулах нь

Урт хугацааны инфляцын таамаглалд УАӨ-ийн үзүүлэлтүүдийг тусгаснаар загварын алдаа буурч байна. Харин 6 сарын дараах таамаглалын алдаа нэмэгдсэн байна.

УАӨ хувьсагчидгүй	Уян тор загварын RMSFE	УАӨ хувьсагчидтай
0.0799	3 сар	0.0797
0.0618	6 сар	0.0718
0.0821	9 сар	0.0809
0.0825	12 сар	0.0717

ДҮГНЭЛТ, САНАЛ ЗӨВЛӨМЖ

ДҮГНЭЛТ, САНАЛ ЗӨВЛӨМЖ



Өвлийн АДТ

Өвөл төв болон баруун бүсийн температур огцом буурахад инфляц нэмэгдэх ба энэ нөлөө урт хугацаанд улам эрчимжинэ.



Зуны ХТН

Зуны улиралд төвийн бүсийн хур тунадасны хэмжээ буурах нь инфляцад 3 сарын дотор нөлөөлөх ба уг нөлөө цаашид нэмэгдэнэ.



Машин сургалт

Машин сургалтын аргаар инфляцыг таамаглах нь алдаа багатай байна.



УАӨ ашиглах

УАӨ-ийн хувьсагчдыг загварт оруулснаар урт хугацаан дахь загварын алдаа мэдэгдэхүйц буурч байна.

Инфляцын таамаглал боловсруулагчдад

Цаг уурын эрсдэлийг системтэйгээр тусгаж, УАӨ-ийн хувьсагчдыг загварт оруулах нь инфляцын таамаглалын нарийвчлалыг сайжруулна.

Мөнгөний бодлого

Төв банк нь инфляцын хүлээлтийг тогтворжуулахын зэрэгцээ нийлүүлэлтийг дэмжих бодлого хэрэгжүүлэх шаардлагатай.

Сангийн бодлого

Сэргээгдэх эрчим хүч, ХАА, дэд бүтэц зэрэг салбаруудыг бодлогоор дэмжих нь нийлүүлэлтийн тогтвортой байдалд чухал.

Цаашид загвараа сайжруулах зөвлөмж

Загварт зуд, ган, цөлжилтийн индекс зэрэг хувьсагч оруулах

Хүнсний бүтээгдэхүүний дэлгэрэнгүй задаргаа ашиглах

ЭХ СУРВАЛЖ

МОНГОЛ ХЭЛЭЭР

- Авралт-Од, П., Бумчимэг, Г., & Даваадалай, Б. (2011). Таамаглалыг Дундажлах Аргууд: Инфляцийн Таамаглалууд, Тэдгээрийн Дундажлал. *Судалгааны товхимол* 6, 361–388.
- Алтан-Өлзий, Ч., & Ганбат, А. (2018). FAVAR Загварын Онол ба Хэрэглээ. *Судалгааны ажил “Товхимол 13”*.
- Батболд, Н. (2022). Inflation forecasting with machine learning methods: A case of Mongolia.
- *Судалгааны ажил “Товхимол 17”*. Батням Ган-Очир., & Tomasz Lyziak, (2008). Монголын Инфляцийг Таамаглах Хураангуй Загвар (SIMOM). *Судалгааны ажил “Товхимол 3”*.
- Батсүх, Ц., Больтогтох, Д., & Оюу-Эрдэнэ, Б. (2015). Дотоодын Үнэд Нөлөөлөгч Хүчин Зүйлсийн Шинжилгээ.
- Ган-Очир, Д. (2011). Монголын Инфляцийн Бүтцийн Загвар (SMIM): Эх Орны Хишигт/Эрдэнийн Хувийн Эдийн Засагт Үзүүлэх Нөлөө. *Судалгааны Товхимол 6*.
- Ган-Очир, Д. (2011). Инфляцийн Динамик Эгнээг Судлах, Таамаглах: Х-12-Arima Улирлын Зохицуулалтын Арга. *Судалгааны Товхимол 6*.
- Даваажаргал, Л., & Ган-Очир, Д. (2018). DMA Аргыг Ашиглан Инфляцийг Таамаглах нь. “Мөнгө, Санхүү, Баялаг” сэтгүүл.
- Монгол Улсын Цаг уур, орчны шинжилгээний газар. (2021). *Монгол орны уур амьсгалын өөрчлөлтийн төлөв байдал, эрсдэлийн үнэлгээ*. Улаанбаатар хот.
- Тайван, Ө. (2016). Монголын Инфляцийн Вектор Авторегрессив Загвар. *Судалгааны ажил “Товхимол 11”*. NSO. (2020). *Монгол Улсын хөдөө аж ахуйн статистикийн эмхэтгэл*. Үндэсний статистикийн хороо.
- Nandintsetseg, B., Shinoda, M., et al. (2017). Climatological characteristics of drought in Mongolia. *Journal of Arid Environments*, 136, 44–58.
- Javkhlan, G. (2024). *Climate risk exposure and economic impact in Mongolia*.

ГАДААД ХЭЛЭЭР:

- Aras, S., & Lisboa, P. J. (2022). Explainable inflation forecasts by machine learning models. *Expert Systems With Applications*, 207, 117982. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.117982>
- Araujo, G. S., & Gaglianone, W. P. (2023). Machine learning methods for inflation forecasting in Brazil: New contenders versus classical models. *Latin American Journal of Central Banking*, 4(2), 100087. <https://doi.org/10.1016/j.latcb.2023.100087>
- Banque de France. (2023). *Climate change and monetary policy: What challenges for central banks?* Banque de France Publications.
- ECB. (2023). *Climate change and inflation*. European Central Bank. https://www.ecb.europa.eu/pub/economic_bulletin/html/eb202301.en.html
- Golosov, M., Hassler, J., Krusell, P., & Tsyvinski, A. (2014). Optimal taxes on fossil fuel in general equilibrium. *Econometrica*, 82(1), 41–88.
- IMF. (2022). *World Economic Outlook: Countering the cost-of-living crisis*. International Monetary Fund. <https://www.imf.org/en/Publications/WEO>
- James, G., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2021). *An Introduction to Statistical Learning: with Applications in R*. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-1-0716-1418-1.pdf>
- Jondeau, E., Mojon, B., & Sahuc, J. G. (2023). Climate risk and central bank policy. *Journal of Monetary Economics*, 134, 26–43.
- Hatfield, J. L., & Prueger, J. H. (2015). Temperature extremes: Effect on plant growth and development. *Weather and Climate Extremes*, 10, 4–10.
- Kohlscheen, E. (2021). What does machine learning say about the drivers of inflation? *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3949352>
- Malladi, R. K. (2023). Benchmark analysis of machine learning methods to forecast the U.S. annual inflation rate during a High-Decile Inflation Period. *Computational Economics*, 64(1), 335–375. <https://doi.org/10.1007/s10614-023-10436-w>
- Medeiros, M. C., Vasconcelos, G. F. R., Veiga, Á., & Zilberman, E. (2019). Forecasting Inflation in a Data-Rich Environment: The benefits of Machine Learning methods. *Journal of Business and Economic Statistics*, 39(1), 98–119. <https://doi.org/10.1080/07350015.2019.1637745>

АНХААРАЛ ХАНДУУЛСАНД БАЯРЛАЛАА



Гиперпараметр тохируулга

- Машин сургалтын аргуудын гиперпараметруудийг Tashman (2000)-ы санал болгосны дагуу “walk-forward validation” буюу урагш шатлалтай баталгаажуулалтын аргаар тохируулсан.
- Загвар бүрийн гиперпараметрийн боломжит утгуудыг Н. Батболд, Д.Ган-Очир (2024) ажилтай ижил сонгож, grid search ашиглан RMSFE хамгийн бага байх гиперпараметрийг ашиглахаар загварт тохируулсан.

Загварт оруулсан гиперпараметрийн сонголтог утгууд

Параметр	Утга	Тайлбар
Ridge, Lasso		
λ	[0.001, 0.005, 0.01, 0.05, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1]	хөглөх параметр
Elastic Net		
α	[0.001, 0.005, 0.01, 0.05, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1]	лассо ридж тохируулгын коэффициент
λ	[0.001, 0.005, 0.01, 0.05, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1]	хөглөх параметр
RF		
$n_estimators$	[100, 300, 500]	модны тоо
max_depth	[5, 10, 20, 30, 50]	модны гүний хязгаар
$max_features$	[0.1, 0.3, 0.5, 1.0]	хамгийн сайн хуваалтыг олоход ашиглах хувьсагчдын тоо
SVR		
c	[0.1, 1, 10, 100]	алдааны торгууль
ξ_i	[0.01, 0.1, 1]	алдааны хүлцлийн хэмжээ
$kernel$	rbf	цөмийн функц
XGBoost		
$n_estimators$	[100, 300, 500]	модны тоо
max_depth	[2, 4, 6]	модны гүний хязгаар
$learning\ rate$	[0.1, 0.2, 0.3]	суралцах хурд

Инфляцад хамгийн их нөлөөтэй 10 хувьсагч (Лассо регрессийн үр дүн)

Хувьсагчдын нэр	h=3	h=6	h=9	h=12
Хүнсний бараа, ундаа, ус	0.5681	0.54855	0.53571	0.53292
REER	0.12887	0.05206	0.02929	0.03039
Төмрийн Хүдрийн Үнэ	-0.1205	-0.1391	-0.1486	-0.1506
ГВУН	-0.0882	-0.0814	-0.0759	-0.0754
АИ-92 Бензины үнэ	0.07622	0.06605	0.06013	0.06001
Деплятор (Эцсийн хэрэглээ)	0.0731	0.1546	0.18819	0.18996
Төмрийн хүдрийн экспортын хэмжээ	0.07153	0.07715	0.07986	0.08035
Банкуудын зээлийн үлдэгдэл	0.06811	0.04096	0.026	0.02438
Деплятор (Хөрөнгийн нийт хуримтлал)	0.06395	0.06439	0.06849	0.069
Төгрөгийн зээлийн хүү	0.05866	0.03604	0.02735	0.02789

1. Хэрэглээ, хүнсний үнийн индекс

Хүнсний бараа, ундаа, ус: эерэг
1-р зэргийн гурилын үнэ: эерэг

2. Гадаад худалдаа, түүхий эдийн үнэ (бодит сектор)

Төмрийн хүдэр, зэс, алтны үнэ: сөрөг
Үйлчилгээний импорт/экспорт: сөрөг

3. Деплятор

Деплятор (эцсийн хэрэглээ): эерэг
Деплятор (хөрөнгийн нийт хуримтлал): эерэг
Үндсэн хөрөнгийн хуримтлал, хөрөнгийн нийт хуримтлал: сөрөг
БДНБ: Цахилгаан, Үйлчилгээ: эерэг

4. Сангийн бодлого

Нийтлэг татварын бус орлого: эерэг

5. Мөнгөний үзүүлэлтүүд

REER (бодит ханш): эерэг
Банкнуудын зээлийн үлдэгдэл: эерэг
Чанаргүй зээлийн хувь: сөрөг

6. Гадаад эдийн засгийн орчин

АНУ-ын ДНБ-ийн өсөлт: сөрөг
Цэвэр экспорт: зөвхөн богино хугацаанд эерэг

НЭМЭЛТ

Улирлын дамми

УАӨ-ийн инфляцад үзүүлэх нөлөө улирлаас хамаарч харилцан адилгүй байдаг тул температур болон хур тунадасыг улирлын дамми хувьсагчаар үржүүлж загварт оруулсан. Ингэснээр, өвлийн улиралд температур буурах, зуны улиралд температур өсөх үед үүсэх сөрөг нийлүүлэлтийн шокийн инфляцад үзүүлэх нөлөөг ялгах боломжтой.

УАӨ-ийг илэрхийлэх хувьсагч сонголт

- Дэлхийн Цаг Уурын Байгууллага (WMO) болон олон улсын судалгааны үр дүнгээс харахад ХТН, АДТ нь УАӨ-ийг илэрхийлэх үндсэн хоёр хэмжигдэхүүн юм. Мөн АДТ, ХТН нь хөдөө аж ахуй, мал аж ахуй, усны нөөц, бэлчээр, ургамлын гарцад хамгийн хүчтэй нөлөөлдөг УАӨ-ийг илэрхийлэх үзүүлэлтүүд юм.
- МУ-ын хувьд УАӨ-ийг илэрхийлэх сарын давтамжтай бүсээр байдаг Салхины хурд гэх өгөгдлийг ашиглах боломжтой. Гэвч уг өгөгдлийг бүсээр, дөрвөн улирлаар авч үзэх тул загварт нийтдээ 16 хувьсагч нэмэгдэж, загвар хэт төвөгтэй болох магадлалтай.

RMSFE сонгосон шалтгаан

$$RMSFE = \sqrt{\frac{1}{T - h - T_0 + 1} \sum_{t=T_0}^{T-h} (y_i - \hat{f}(x_i))^2}$$

$\hat{f}(x_i)$ бол i дахь ажиглалтын хувьд $\hat{f}$ -н тооцсон таамаглал юм. Таамагласан хариу утга үнэн хариунд тун ойрхон бол эдгээр хэмжүүрүүд бага байна. T - нийт ажиглалтын тоо, T_0 таамаглалын эхний үе, h таамаглалын хугацаа.

- RMSFE нь таамаглал болон бодит утгын зөрүүний квадратыг авдаг тул таамаглал бодит утгаас их зөрөх тусам илүү хүчтэй шийтгэдэг.
- Эерэг болон сөрөг зөрүүг ижил шийтгэдэг.
- Walk-forward validation аргаар таамаглал хийхэд хамгийн тохиромжтой, загваруудын алдааг үнэлдэг хэмжигдэхүүн.

Машин сургалтын RR, LR, ElNet, XGBoost, RF, SVR аргуудыг сонгосон шалтгаан

- Шугаман бус хамаарал, мультиколлинеарыг залруулдаг.
- RR, LR, ElNet зэрэг шийтгэл оногдуулдаг шугаман загварууд нь олон хувьсагчтай загварт тохиромжтой бөгөөд overfitting болохоос зайлсхийдэг.
- RF, XGBoost загвар нь мод суурьтай, хувьсагч хоорондын шугаман бус хамаарлыг маш сайн загварчилдаг.

НЭМЭЛТ

Монгол Улсын хөдөө аж ахуйн салбар нь байгаль цаг уураас ихээхэн хамааралтай, бүтээмж доогуур, бэлтгэн нийлүүлэлт, тээвэр, агуулахын сүлжээ сул хөгжсөн тул **төрийн зохицуулалт, дэмжлэг шаардлагатай байдаг.**

Татаас нь хөдөө аж ахуйн салбарын үйлдвэрлэл, улмаар худалдаанд тодорхой үр дагавар учруулж болно. Эдийн засгийн онолын дагуу хөдөө аж ахуйн татаас нь хөдөө аж ахуйн үйлдвэрлэл өсөх, дэлхийн зах зээлийн үнэ буурахад хүргэхийн хамт хөдөө аж ахуйн олон улсын төдийгүй дотоодын зах зээлд гажуудал үүсгэх, хөдөө аж ахуйн салбарын эдийн засгийн үр ашигтай байдал буурахад хүргэдэг.

ХАА-н салбарын нийт дэмжлэгийн 62.8 хувь буюу 686.2 тэрбум төгрөг нь мөнгөн хэлбэрийн, 37.2 хувь буюу 407.1 тэрбум төгрөгийн мөнгөн бус дэмжлэг байна. Мөнгөн хэлбэрийн дэмжлэгт ноос, арьс шир, мах, сүү, ноолуур, улаан буудайн мөнгөн урамшуулал болон хүүгийн хөнгөлөлт хамрагдаж байна.

Олон улсад түгээмэл ашигладаг ЭЗХХАБ-ын аргачлалын дагуу мөнгөн бус дэмжлэг:

- ХАА-н хоршоодод болон мал эмнэлгийн нэгжид зээлийн дэмжлэг үзүүлэх
- Бэлчээр хадлангийн талбайг сайжруулж, тэжээлийн ургамал тариалах иргэн, ААН-д үзүүлэх дэмжлэг
- Хадлан тэжээл үйлдвэрлэлийн техник, тоног төхөөрөмж худалдан авч иргэн, ААН-д хөнгөлөлттэй нөхцөлөөр зээл олгох
- Бэлчээрийн ургамал хамгаалал
- Эрчимжсэн МАА-г дэмжих хөнгөлөлттэй зээл
- Өвс тэжээлийн нөөц бүрдүүлэх
- Газар тариалангийн салбарт үзүүлсэн дараах дэмжлэг
- Түлш, шатахууны хөнгөлөлттэй зээл
- Тоног, төхөөрөмжийн зээл

Дэмжлэгийн хэлбэрээс хамааруулан мөнгөн болон мөнгөн бус гэж ангилж болно. Монгол Улсын хөдөө аж ахуйн салбарын мөнгөн дэмжлэгт ноос, ноолуур, арьс шир, улаан буудай, мах, сүүний татаас орох бөгөөд эдгээр нь салбарын төсвийн зарлагад өндөр хувийн жин эзэлдэг.

- Анх 2007 онд улаан буудайн үйлдвэрлэлийг нэмэгдүүлж, хүн амын хэрэгцээг дотоодын улаан буудайгаар үйлдвэрлэсэн гурилаар хангах зорилтын хүрээнд зохих шаардлага хангасан иргэд, ААН-ийн хураан авсан улаан буудайн тонн тутамд 80.0 мянган төгрөгийн урамшууллыг улсын төсвөөс олгож эхэлсэн байна.
- 2011 оноос ноос, 2013 оноос нөөцийн мах бэлтгэл, 2014 оноос арьс, шир, 2020 оноос сүүний үйлдвэрлэлд тус тус урамшуулал улсын төсвөөс олгож эхэлжээ.
- 2020 онд малчид, мал бүхий иргэдэд бэлтгэсэн ноолуурын кг тутамд 20.0 мянган төгрөгийн урамшууллыг улсын төсвөөс мөнгөн шилжүүлэг хэлбэрээр олгосон байна.

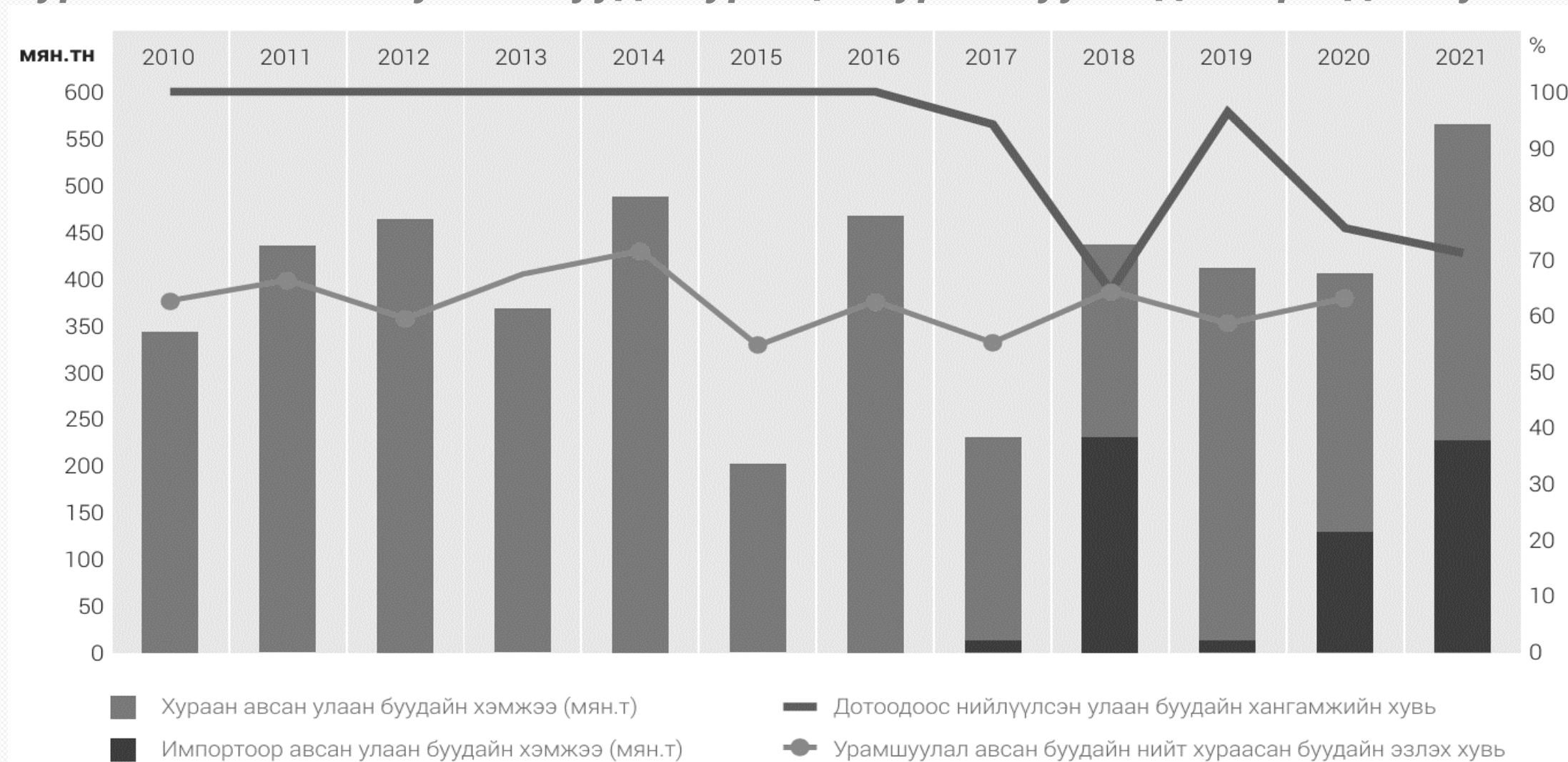
ХАА-н салбарын мөнгөн дэмжлэг /тэрбум төгрөг/

Үзүүлэлт	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Нийт
Улаан буудайн урамшуулал	10.9	14.5	27.8	25.3	24.7	5.6	15	7.9	12.9	22.4	22.7	189.7
Ноосны урамшуулал		9.9	29.4	18.3	18.3	18.3	19.4	22.6	22.5	18.6	19.4	196.6
Арьс, ширний урамшуулал					2.9	8.4	9.3	13	11.8	12.3	9.9	67.5
Сүүний урамшуулал											1	1
Нөөцийн мах бэлтгэлийн урамшуулал					9.5		14.5					35.4
Нөөцийн мах бэлтгэлийн зээлийн хүүгийн хөнгөлөлт				11.4				2.7	4.7	4.7	3.8	15.9
Ноолуурын урамшуулал											174.9	174.9
Ноолуурын бэлтгэлийн зээлийн хүүгийн хөнгөлөлт											5.1	5.1
Нийт	10.9	24.4	57.2	55	55.4	32.3	58.2	46.2	51.9	58	236.8	686.1

УЛААН БУУДАЙН УРАМШУУЛАЛ

ХАА-н мөнгөн татаасыг тухайн бүтээгдэхүүн олгож буй урамшуулал хэмээн нэрлэж ирсэн бөгөөд анх 2007 оноос буудайн үйлдвэрлэлийг дэмжих зорилгоор улаан буудай үйлдвэрлэгч иргэн, хуулийн этгээдэд олгож эхэлсэн байна. Урамшуулал олгох зорилго нь хүнсний гол нэрийн бүтээгдэхүүн болох гурилын нийлүүлэлтийг нэмэгдүүлж, дотоодоос хангахад чиглэгдэнэ.

Хураан авсан нийт улаан буудай ургац ба урамшуулалд хамрагдсан улаан буудайн хэмжээ



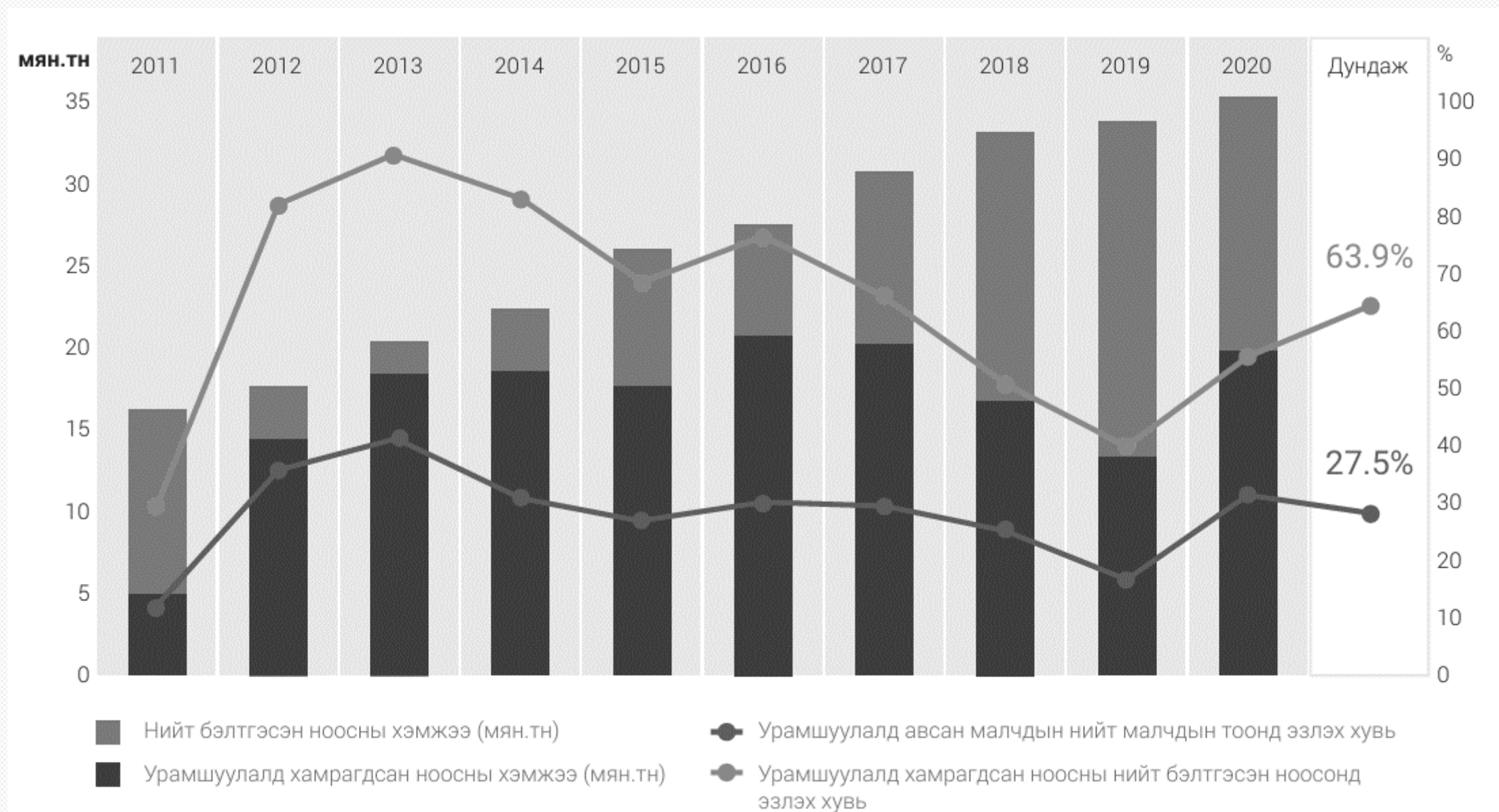
Эх сурвалж: ҮСХ, ХХААХҮЯ

Дотоод хангамжийн хувь нэмэгдэж 2017 оныг эс тооцвол гурилын гол түүхий улаан буудайг дотоодоос бараг 100 хувь хангаж ирсэн байна. Улаан буудайгаар үйлдвэрлэдэг гурилын дотоодын хангамжийн хувь 2010-2012 онд 60 70 хувь байсан бол аажмаар нэмэгдэж сүүлийн 5 жилд бараг 100 хувьд хүрсэн байна. Энэ нь үйлдвэрлэлийг нэмэгдүүлэх чиглэлээр төсвөөс олгож ирсэн улаанбуудайн урамшуулал болон бусад олон төрлийн дэмжлэгийн үр нөлөө юм.

НООСНЫ УРАМШУУЛАЛ

Ноосны урамшууллыг олгож эхэлсэн 2011 оноос хойш улсын хэмжээнд бэлтгэсэн нийт ноосны хэмжээ жил бүр нэмэгдэж ирсэн байна. Тухайлбал, 2011 онд улсын хэмжээнд 16.2 мянган тонн хонины ноос бэлтгэж байсан бол 2020 онд 35.6 мянган тонн ноос бэлтгэжээ.

Ноосны урамшуулалд хамрагдалтын хувь



Ноосны урамшуулалд олгосон санхүүжилт нь малчдын тоо, ноос бэлтгэлийн хэмжээнд тодорхой хэмжээнд эерэг нөлөө үзүүлсэн боловч ноосоор хийсэн бүтээгдэхүүний үйлдвэрлэлд төдийлөн нөлөө үзүүлдэггүй тул үндэсний үйлдвэрлэлийг нэмэгдүүлэх урамшууллын гол зорилго төдийлөн хангагдахгүй байна.

Эх сурвалж: ҮСХ, ХХААХҮЯ

УУР АМЬСГАЛЫН ӨӨРЧЛӨЛТӨӨС ҮҮДЭЛТЭЙ НИЙЛҮҮЛЭЛТИЙН ИНФЛЯЦАД ТӨВ БАНКНЫ БОДЛОГЫН ХАРИУ

- 1. Мөнгөний бодлогын загварт уур амьсгалын нөлөөг тусгах**
- 2. Ногоон санхүүжилт:** Ногоон эдийн засгийн дэд бүтэц, уур амьсгалд тэсвэртэй үйлдвэрлэлд хөнгөлөлттэй зээлийг санхүүжүүлэх
- 3. Төв банкны зээлийн шалгуурт “Уур амьсгалын шалгуур”-ыг тусгах:** CO₂ ялгаруулалт багатай, уур амьсгалын өөрчлөлтийн эсрэг төслийг санхүүжүүлэх, шалгуурыг бууруулах
- 4. Санхүүгийн тогтвортой байдалд уур амьсгалын эрсдлийг тусгасан стресс-тест нэвтрүүлэх:** Банкны системийн тогтвортой байдалд уур амьсгалын эрсдэл хэрхэн нөлөөлж болохыг тооцсон макро стресс тест хийх.
- 5. Банкны салбарын бүх оролцогчдод уур амьсгалын эрсдэлийн талаар мэдээлэл өгөх:** Уур амьсгалын өөрчлөлтөөс үүдэлтэй инфляц, санхүүгийн эрсдэлийн талаарх судалгаа хийж, мэдээллийн ил тод байдлыг нэмэгдүүлэх.