



МОНГОЛБАНК  
Монгол Улсын Төв Банк

# МОНГОЛ УЛСЫН ЭДИЙН ЗАСГИЙН ТОМ ХЭМЖЭЭНИЙ BVAR ЗАГВАР: ГАДААД ШОКЫН НӨЛӨӨ

ССГ-ын захирал:

Д. Ган-Очир (Ph.D.)

ССГ-ын ахлах эдийн засагч:

Л. Даваажаргал (Ph.D.)

2017 оны 2 дугаар сар

1. Танилцуулга
2. Загвар
3. Шинжилгээний үр дүн
4. Тогтвортой байдлын шинжилгээ
5. Дүгнэлт

# 1. Танилцуулга



- Вектор авторегрессийн (VAR) загвар нь макро эдийн засгийн стандарт хэрэгсэл боловч хэмжээний хувьд асуудалтай байдаг. Ерөнхийдөө макро эдийн засгийн эмпирик судалгаанд ашиглагддаг VAR загварын хувьсагчууд тоо 3-8 хооронд хэлбэлздэг. Түүнчлэн цөөхөн хувьсагчуудын улмаас орхигдуулсан хувьсагчийн алдаа үүсэх магадлал их байдаг
- Эдгээр асуудлуудыг шийдэхийн тулд бид том хэмжээний Bayes-ийн VAR загварыг судалгаандаа ашигласан. Энэ аргыг анх Banbura, Giannone, Reichlin (2010) нар хөгжүүлсэн
- Энэхүү судалгаашаар Монгол улсын VAR загварыг 16 болон 24 хувьсагчтай Bayes-ийн үнэлгээгээр тооцож бүтцийн шинжилгээ болох импульсийн хариу үйлдлийн функцээр 9 шокуудыг таньж, варианцын болон түүхэн шокуудын задаргаа хийсэн. Судлаачийн үзэж байгаагаар Монгол улсын хувьд энэ төрлийн анхдагч судалгаа гэж бодож байна.



# 1. Танилцуулга



- Монголын улсын хувьд анхны жижиг BVAR загварыг Д.Ган-Очир (2011) судалсан байдаг. Уг загвар нь 9 хувьсагчтай бөгөөд 6 төрлийн шокийг таньсан.
- Тодруулбал АНУ-ын ДНБ, металлын үнийн индекс, мөнгөний нийлүүлэлт (M2), БХЗ-ын хүү, төсвийн зардал, дундаж цалин, ХБҮИ, бодит ДНБ төгрөгийн ам доллартай харьцах ханш гэсэн хувьсагчуудыг агуулсан.
- Богино хугацааны хязгаарлалт хийх замаар шокуудыг таньсан.
- 2000 оны 1 улирлаас 2010 оны 3 улирал хүртэлх 43 улирлын түүврийг ашигласан
- Урт хугацааны хамаарлын мэдээллийг алдагдахаас сэргийлэх үүднээс хувьсагчуудыг анхны хэлбэрт (логарифм) ашигласан.



## 2. Загвар



- Бид дараах хэлбэрийн VAR загварыг авч үзье:

$$Y_t = c + A_1 Y_{t-1} + \dots + A_p Y_{t-p} + u_t$$

- Коварианцын матриц нь  $E(u_t u_t') = \Psi$
- Litterman (1996)-ны зөвлөсөн Minnesota prior-ын дагуу VAR-ын тэгшитгэлүүд санамсаргүй алхааны орчим төвлөрдөг:

$$Y_t = c + A_1 Y_{t-1} + u_t, \quad A_1 = I$$

- Өөрөөр хэлбэл  $A_1$  матрицын диагоналын элементүүд 1-тэй тэнцүү ба үлдсэн коэффициентүүд нь 0-тэй тэнцүү байна гэсэн үг.

## 2. Загвар



- Өмнөх таамаглал (prior beliefs) –ыг дараах хэлбэрээр илэрхийлж болно:

$$E \left[ (A_p)_{ij} \right] = \begin{cases} \delta_i, & j = i, \quad p = 1 \\ 0, & \text{бусад үед} \end{cases}$$

$$V \left[ (A_p)_{ij} \right] = \begin{cases} \frac{\lambda^2}{p^2}, & j = i \\ \vartheta \frac{\lambda^2 \sigma_i^2}{p^2 \sigma_j^2}, & \text{бусад үед} \end{cases}$$

- Харин үлдэгдлийн коварианцын матриц нь диагональ, тогтмол бөгөөд мэдэгдсэн гэж үздэг:  $\Psi = \Sigma, \Sigma = \text{diag}(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \dots, \sigma_n^2)$ .

## 2. Загвар



- Гипер параметр  $\lambda$  өмнөх тархалтын ерөнхий чангаралтыг харуулах бөгөөд өгөгдөлтэй харьцуулахад өмнөх тархалт хэр зэрэг чухал вэ гэдгийг илэрхийлдэг.
- Banbura, Giannone, Reichlin (2010) нар  $\lambda$  ийн утгыг загварын хэмжээтэй уялдуулж байхаар сонгосон. Өөрөөр хэлбэл загварын хувьсагчууд нэмэгдэх тусам  $\lambda$  утга буурч тэг рүү тэмүүлнэ гэсэн үг.
- Фактор  $1/p^2$  нь хугацааны хоцрогдол нэмэгдэх тусам өмнөх тархалтын вариацийг бууруулна. Харин  $\sigma_i^2/\sigma_j^2$  нь өгөгдлийн ялгаатай нэгжүүдийг тооцоололдоо оруулдаг. Параметр  $\vartheta \in (0, 1)$  тухайн тэгшитгэлийн хувьсагчийн өөрийнх хугацааны хоцрогдолоос бусад хугацааны хоцрогдол хэр зэрэг чухал бус вэ гэдгийн үзүүлдэг.

## 2. Загвар



- Бүтцийн VAR-ын хувьд бид үлдэгдлийн хоорондох боломжит корреляцийг анхааралдаа авах хэрэгтэй. Иймээс Litterman-ий тогтмол диагональ коварианцын матрих нь асуудалтай юм. Энэхүү асуудлыг шийдэхийн тулд бид Kadiyala, Karlsson (1997) нарын хэвийн урвуу Wishart өмнөх тархалтыг ашигласан.
- Өмнөх VAR загварыг олон хүчин зүйлийн регрессийн системээр бичиж болно:

$$Y = XB + U$$

- Хэвийн урвуу Wishart өмнөх тархалт дараах хэлбэртэй байна:

$$\text{vec}(B)|\Psi \sim N(\text{vec}(B_0), \Psi \otimes \Omega_0) \quad \Psi \sim iW(S_0, \alpha_0)$$





## 2. Загвар



- Minnesota-ийн өмнөх тархалтын моментуудыг тааруулахын тулд бид дараах дамми хувьсагчуудыг нэмнэ:

$$Y_d = \begin{bmatrix} \text{diag}(\delta_1 \sigma_1, \dots, \delta_n \sigma_n) / \lambda \\ 0_{n(p-1) \times n} \\ \dots \\ \text{diag}(\sigma_1, \dots, \sigma_n) \\ \dots \\ 0_{1 \times n} \end{bmatrix} \quad X_d = \begin{bmatrix} J_p \otimes \text{diag}(\sigma_1, \dots, \sigma_n) / \lambda & 0_{np \times 1} \\ \dots & \dots \\ 0_{n \times np} & 0_{n \times 1} \\ \dots & \dots \\ 0_{1 \times np} & \varepsilon \end{bmatrix}$$

- Үүнд:  $J_p = \text{diag}(1, 2, \dots, p)$
- Ерөнхийдөө дамми хувьсагчийн эхний блок авторегрессийн коэффициентүүдэд оноосон өмнөх тархалт, 2 дахь блок коварианцын матрицийн өмнөх тархалт, сүүлийн блок тогмол коэффициентүүдийн өмнөх тархалтыг тус тус илэрхийлнэ.

ᠮᠢᠨᠨᠢᠭᠣᠳᠤ

## 2. Загвар



- Одоо энэ дамми хувьсагчуудын нэмсэн регрессийн загварыг авч үзье:

$$Y_* = X_*B + U_*$$

- Коварианцын матрицын ( $\Psi$ ) өмнөх тархалтын хүлээлтийг хангахын тулд тодорхой бус өмнөх тархалтыг ( $\Psi \sim |\Psi|^{-(n+3)/2}$ ) нэмэх шаардлагатай. Энэ тохиолдолд дараах тархалт ийм хэлбэртэй байна:

$$\text{vec}(B) | \Psi, Y \sim N(\text{vec}(\tilde{B}), \Psi \otimes (X_*'X_*)^{-1}) \quad \Psi | Y \sim iW(\tilde{\Sigma}, T_d + 2 + T - k)$$

- Үүнд:  $\tilde{B} = (X_*'X_*)^{-1}X_*'Y_*$ ,  $\tilde{\Sigma} = (Y_* - X_*\tilde{B})'(Y_* - X_*\tilde{B})$

## 2. Загвар



- Судалгааны өгөгдөл нь 16 хувьсагчаас бүрэлдэх бөгөөд 2000 оны 4-р улирлаас 2016 оны 2-р улирал хүртэлх хугацааны цувааг хамарсан: Хятадын ДНБ-ийн өсөлт, инфляци зэс, нүүрс, газрын тосны дэлхийн зах зээлийн үнэ, бодит ДНБ, үнэ (ХҮИ), гадаадын шууд хөрөнгө оруулалт (ГШХО), төсвийн зардал (ДНБ-д эзлэх хувь), цалин, мөнгөний нийлүүлэлт (M2), зээлийн өрийн үлдэгдэл, бодлогын хүү, зээлийн хүү, худалдааны нөхцөл, төгрөгийн ам.доллартай харьцах ханш. Хугацааны хоцрогдол  $p=4$
- Гипер параметр  $\lambda$  утгыг бодит ДНБ, үнэ, бодлогын хүү гэсэн 3 хувьсагчийн 2000 оны 4-р улирлаас 2007 оны 4-р улирал хүртэлх дундаж үнэлэгдсэн утгатай тааруулахаар сонгосон:

$$\lambda(\text{Fit}) = \arg \min_{\lambda} \left| \text{Fit} - \frac{1}{3} \sum_{i \in I} \frac{msfe_i^{\lambda}}{msfe_i^{(0)}} \right|$$

- Үүнд:  $I = \{lrgdp, lcpi, prate\}$
- $msfe_i^{\lambda}$  – 1 алхамт таамаглалын алдааны квадратын дундаж



### 3. Шинжилгээний үр дүн



- Fit-ын утгыг сонгохдоо бодит ДНБ, үнэ, бодлогын хүү гэсэн 3 хувьсагчтай VAR загварыг хамгийн бага квадратын аргаар үнэлсэн утгыг авсан:

$$Fit = \frac{1}{3} \sum_{i \in I} \frac{msfe_i^\lambda}{msfe_i^{(0)}} \Bigg|_{\lambda=\infty}$$

- Дээрхи аргаар  $\lambda$  утгыг үнэлэхэд 0.3125 гарсан. Түүнчлэн загварын үнэлгээг сайжруулахын тулд коэффициентүүдийн нийлбэрийн өмнөх тархалтыг загварт оруулж өгсөн. Жишээлбэл Sims (1992), Sims Zha (1998), Robertson Tallman (1999) нар энэхүү өмнөх тархалтыг ашиглаж байсан. VAR загварыг дараах алдаа залруулах хэлбэрт авч үзье:

$$\Delta Y_t = c - (I - A_1 - \dots - A_p)Y_{t-1} + B_1 \Delta Y_{t-1} + \dots + B_{p-1} \Delta Y_{t-p+1} + u_t$$

### 3. Шинжилгээний үр дүн



- Анх Doan Litterman Sims (1984) энэ өмнөх тархалтыг ашиглаж  $(I - A_1 - \dots - A_p) = 0$  гэсэн хязгаарлалтыг хийсэн. Өөрөөр хэлбэл энэхүү хязгаарлалтын хийснээр VAR загварын 1 дүгээр эрэмбийн ялгавар хэлбэрт бичиж болдог. Энэхүү хязгаарлалтыг хийхдээ дараах хэлбэрийн дамми түүврийг ашигладаг:

$$Y_d = \text{diag}(\delta_1\mu_1, \dots, \delta_n\mu_n) / \tau \quad X_d = ((1_{1 \times p}) \otimes \text{diag}(\delta_1\mu_1, \dots, \delta_n\mu_n) / \tau \quad 0_{n \times 1})$$

- Гипер параметр  $\tau$  энэ коэффициентүүдийн нийлбэрийн хязгаарлалтыг хянадаг: хэрэв  $\tau$  тэг рүү тэмүүлбэл коэффициентүүдийн нийлбэр тэг рүү тэмүүлнэ. хэрэв  $\tau$  хязгааргүй ( $\infty$ ) тэмүүлбэл коэффициентүүдийн нийлбэрт ямар нэг хязгаарлалт хийхгүй гэсэн үг.
- Гипер параметр  $\tau$  тооцохдоо Banbura Giannone Reichlin (2010) нарын зөвлөгөөг дагаж  $\lambda$  г 10-аар үржүүлж сул чөлөөтэй байхаар авсан. Түүнчлэн  $\mu_i$  параметрийг тооцохдоо тухайн хувьсагчийн дундаж утгыг авсан.

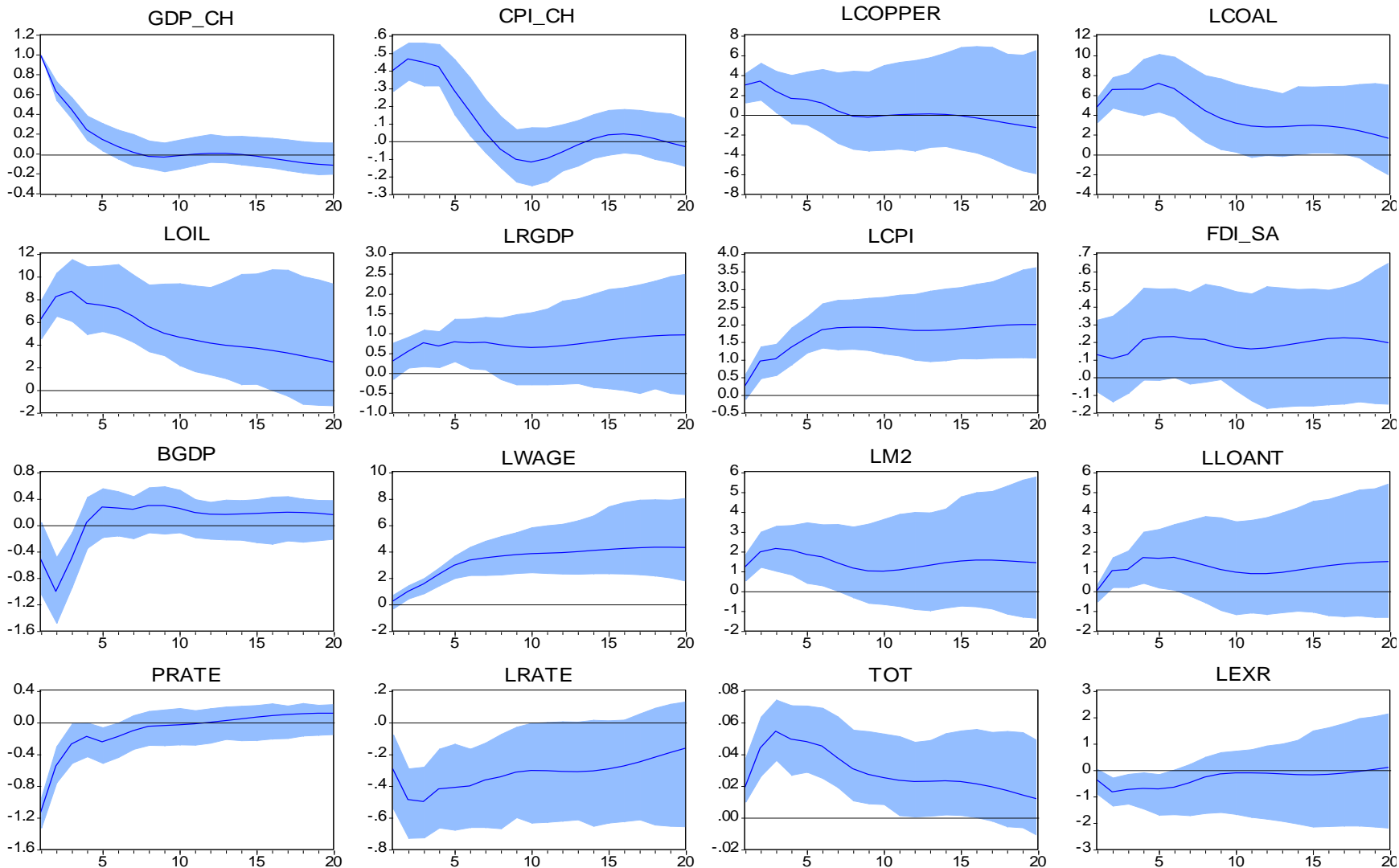


# 3. Шинжилгээний үр дүн



## ■ Хятадын эрэлтийн шок:

Impulse response functions to GDP\_CH, ( $\lambda = 0.312$ ,  $\tau = 3.125$ )



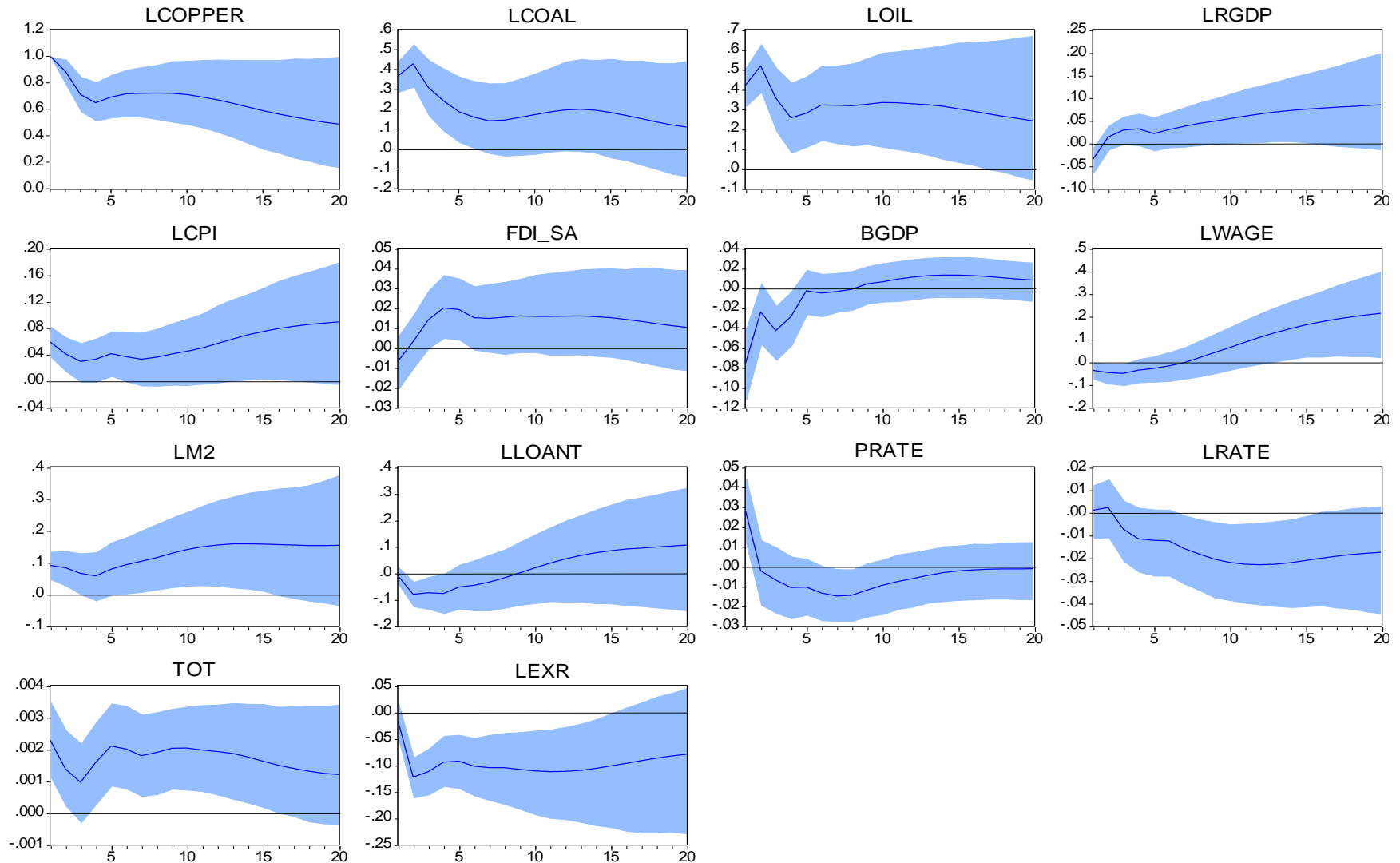
ᠮᠣᠩᠭᠡᠯᠤᠯᠤᠰ

# 3. Шинжилгээний үр дүн



## ■ Зэсийн үнийн шок:

Impulse response functions to LCOPPER, ( $\lambda = 0.312$ ,  $\tau = 3.125$ )



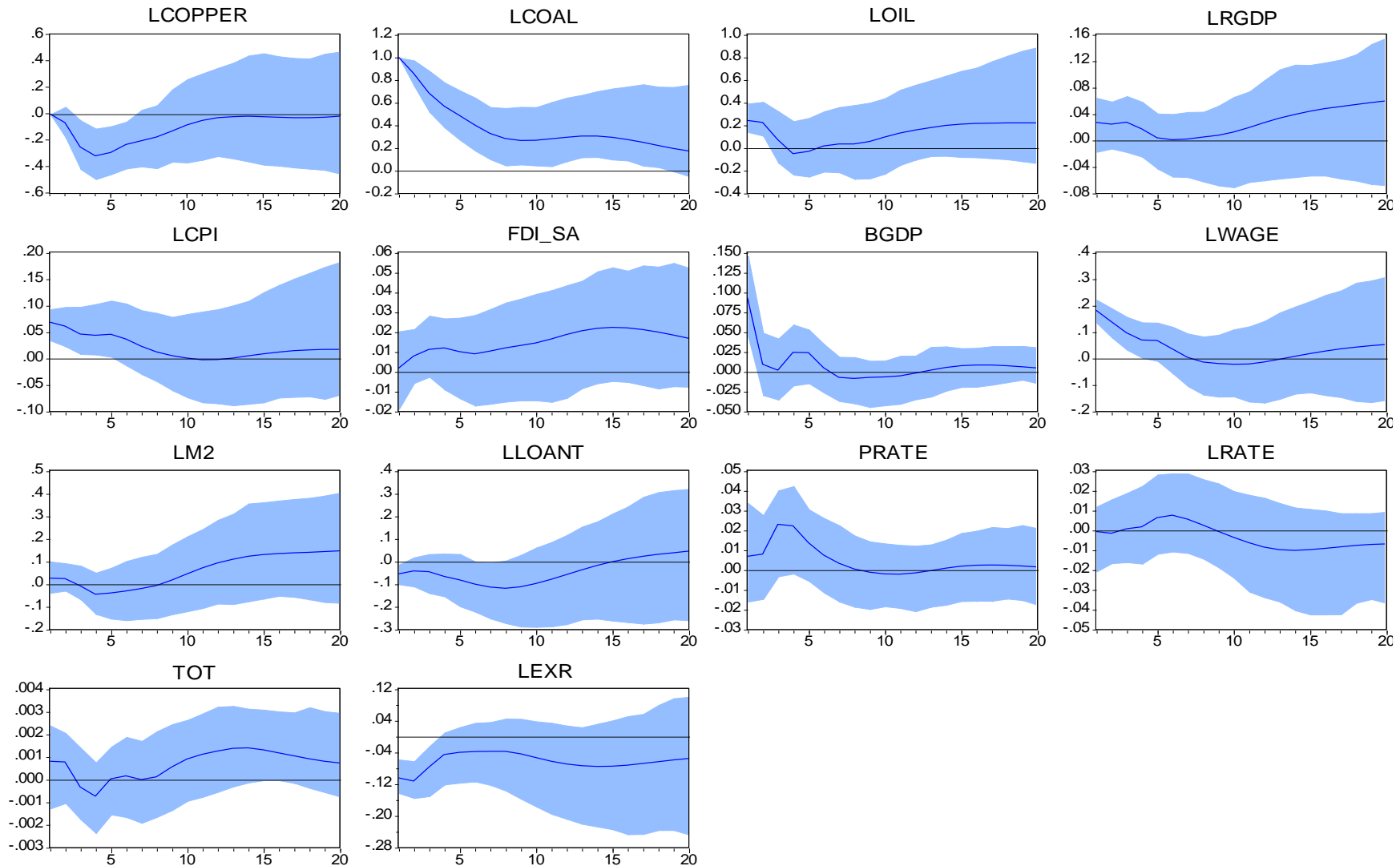
МОНГОЛЫН  
УЛСЫН  
ХАНАГАА

# 3. Шинжилгээний үр дүн



## ■ Нүүрсний үнийн шок:

Impulse response functions to LCOAL, ( $\lambda = 0.312$ ,  $\tau = 3.125$ )



МОНГОЛЫН  
УЛСЫН  
ХАНАГАА

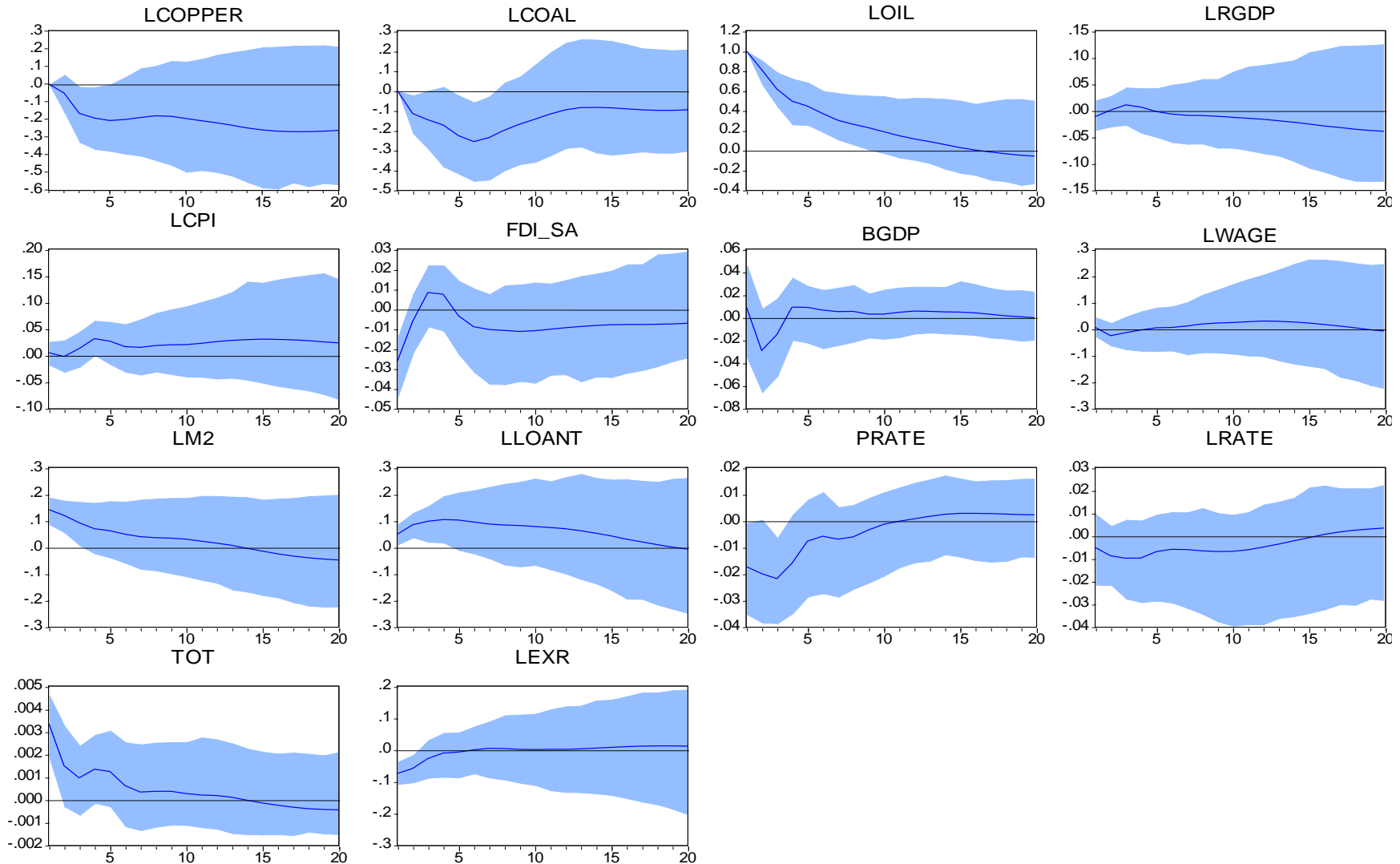


# 3. Шинжилгээний үр дүн



## ■ Газрын тосны шок:

Impulse response functions to LOIL, ( $\lambda = 0.312$ ,  $\tau = 3.125$ )



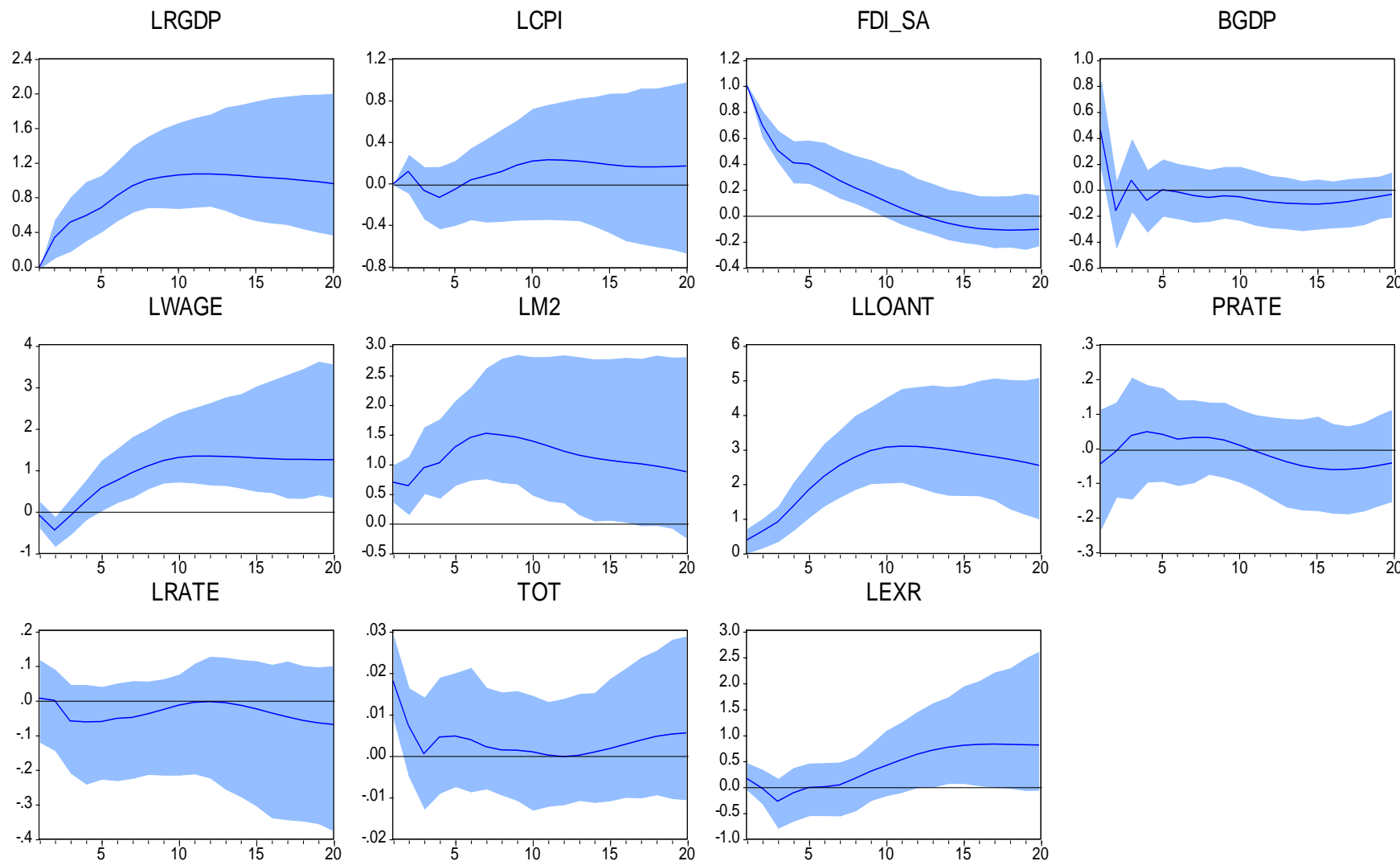
МОНГОЛЫН  
УЛСЫН  
ХАМГААГА  
ХАМГААГА

# 3. Шинжилгээний үр дүн



## Гадаадын шууд хөрөнгө оруулалтын шок:

Impulse response functions to FDI\_SA, ( $\lambda = 0.312$ ,  $\tau = 3.125$ )



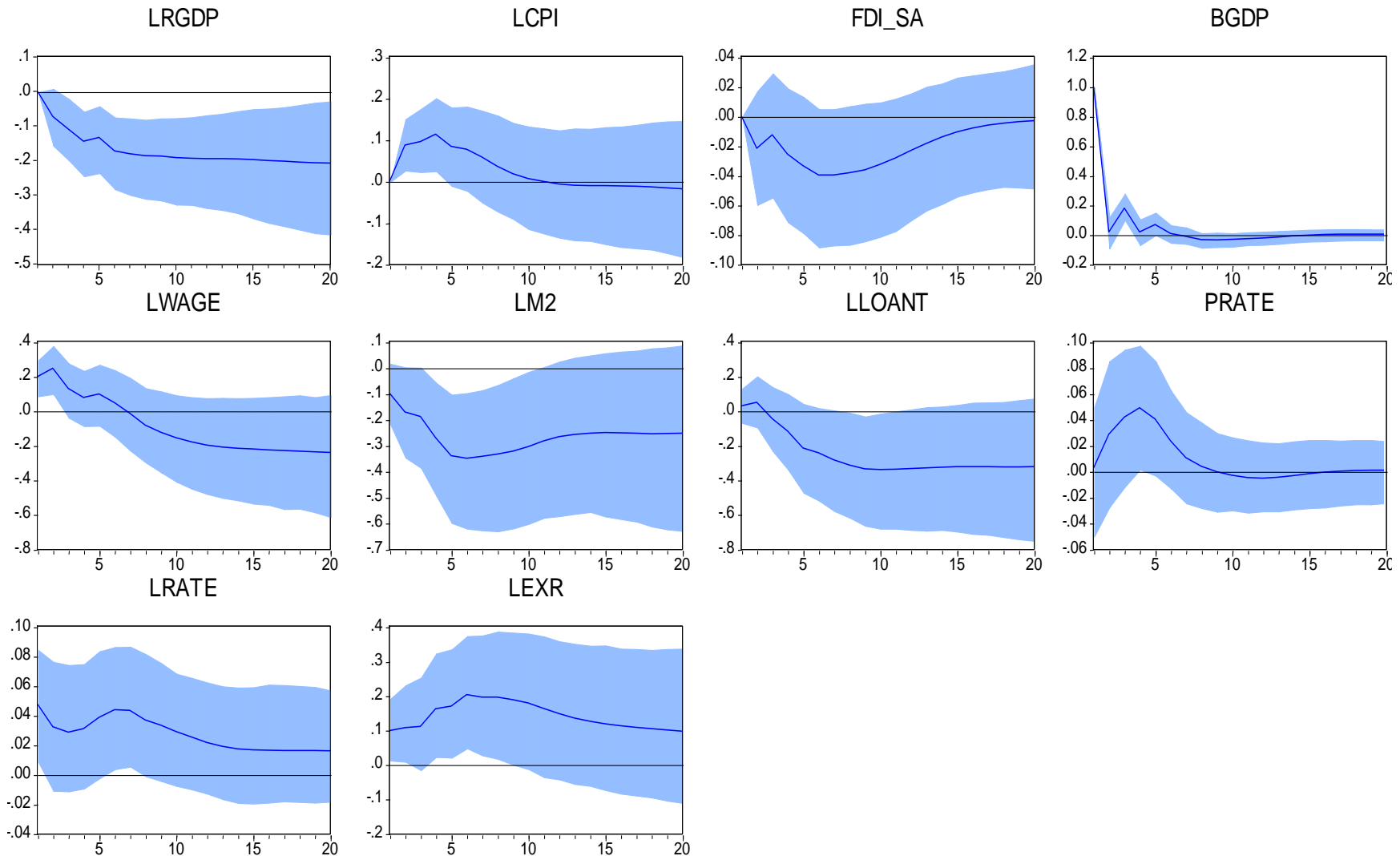
МОНГОЛЫН  
УЛСЫН  
ХАМГААГА  
ХАМГААГА

# 3. Шинжилгээний үр дүн



## ■ Төсвийн бодлогын шок:

Impulse response functions to BGDP, ( $\lambda = 0.312$ ,  $\tau = 3.125$ )



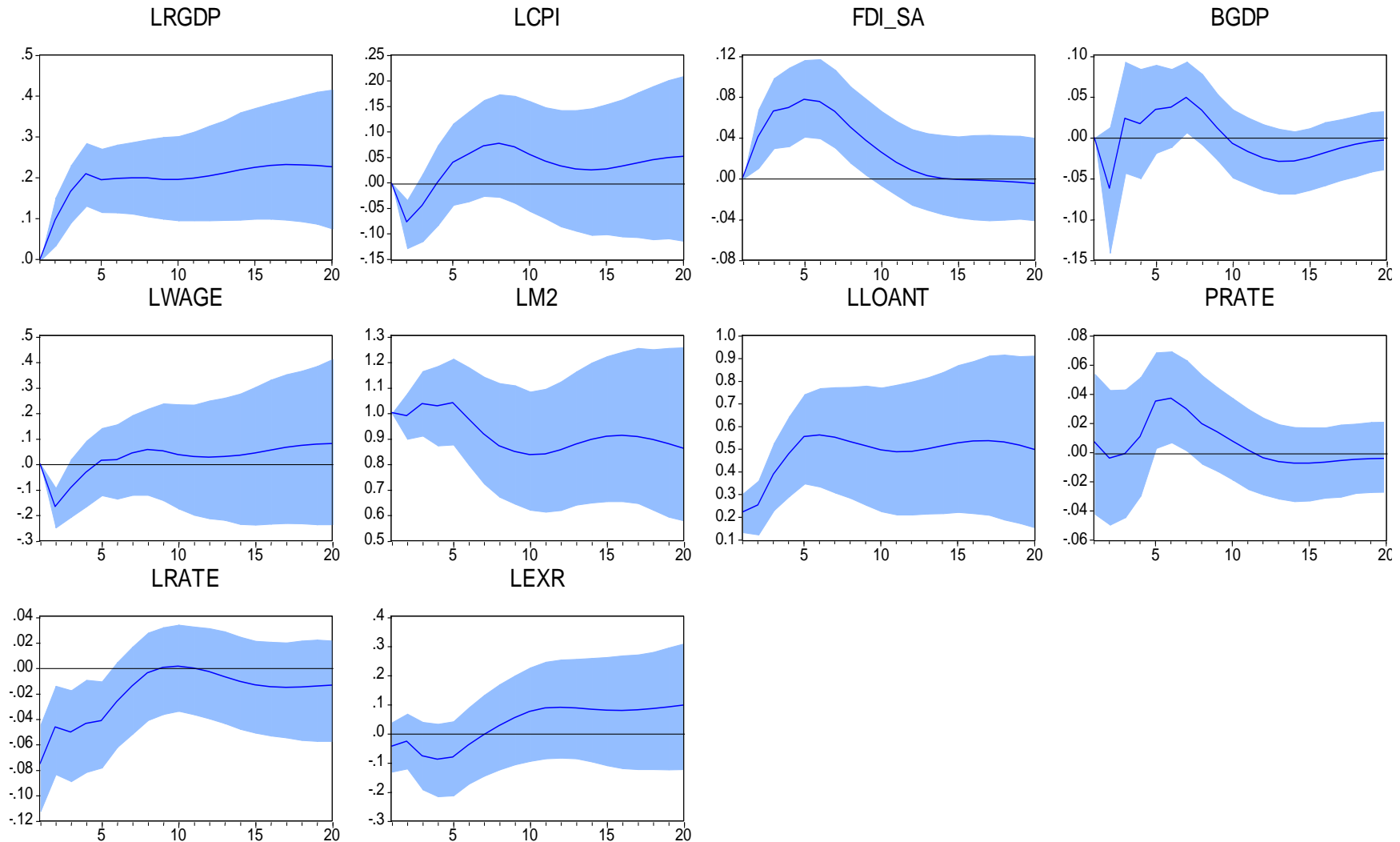
МОНГОЛЫН  
УЛСЫН  
ХАМГААГАХ  
МОНГОЛ

# 3. Шинжилгээний үр дүн



## ■ Мөнгөний бодлогын шок:

Impulse response functions to LM2, ( $\lambda = 0.312$ ,  $\tau = 3.125$ )



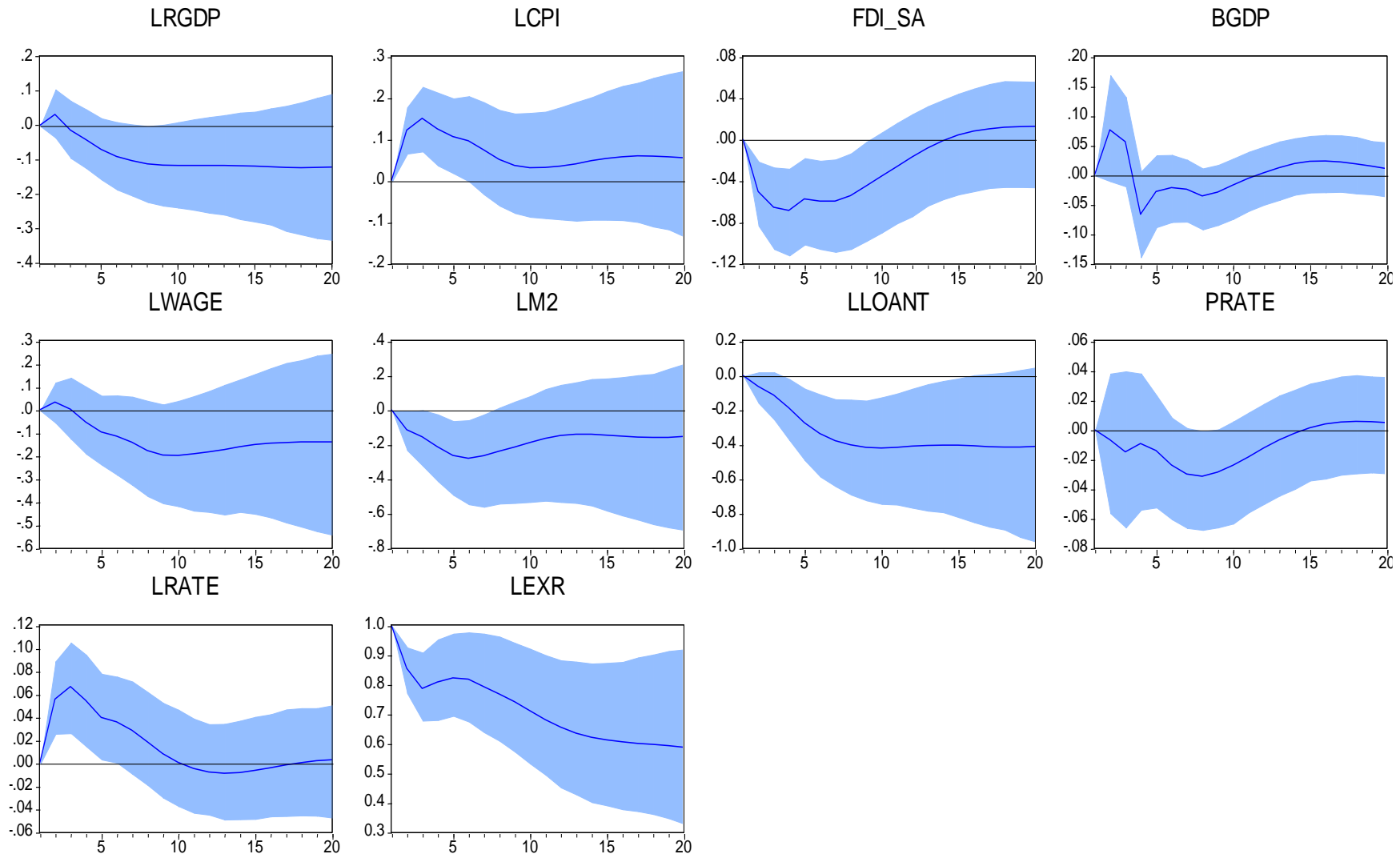
МОНГОЛЫН  
МАХНАДЫН  
МОНГОЛ

# 3. Шинжилгээний үр дүн



## ■ Валютын ханшийн шок:

Impulse response functions to LEXR, ( $\lambda = 0.312$ ,  $\tau = 3.125$ )



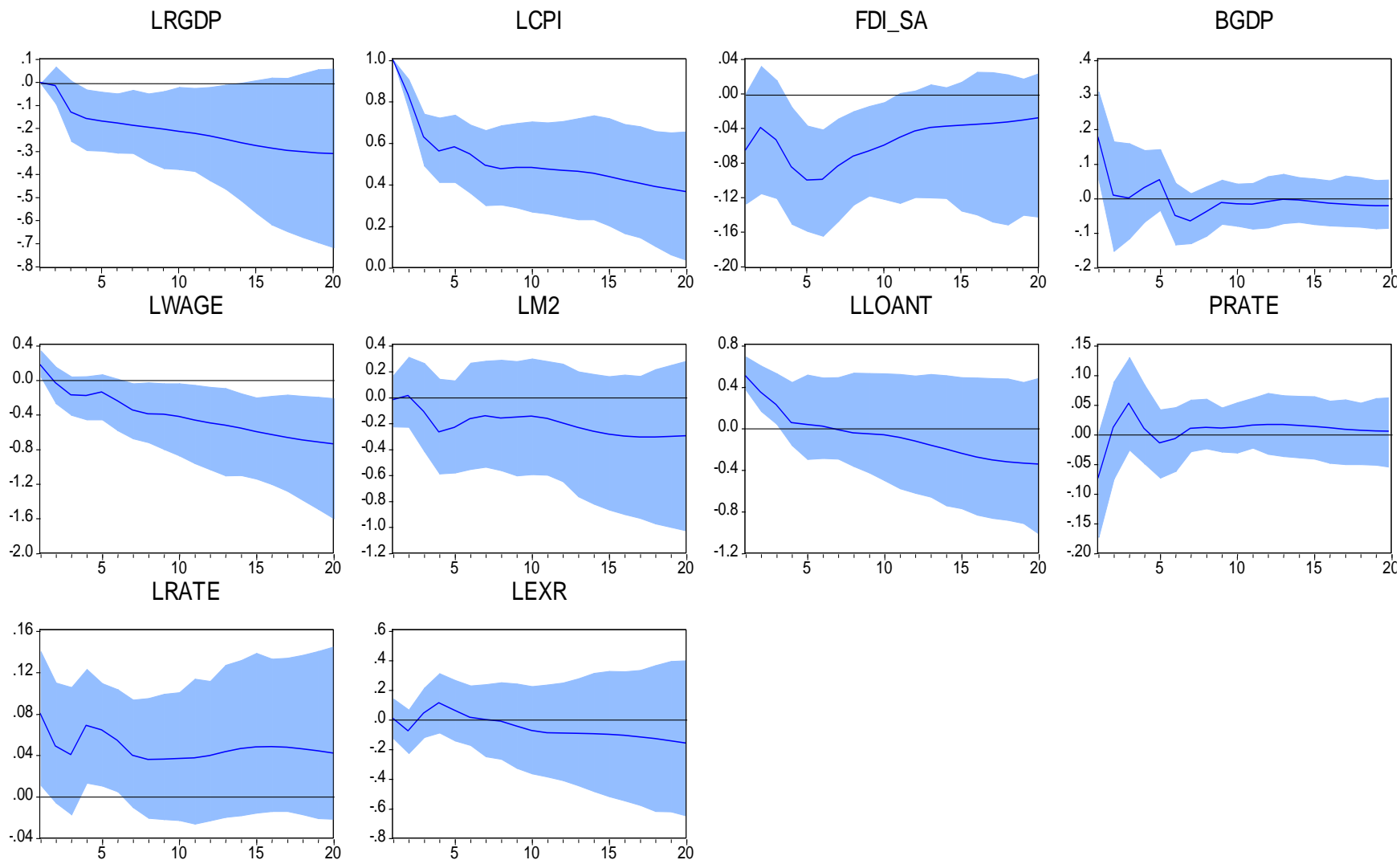
МОНГОЛЫН  
УЛСЫН  
ХАМГААГА  
ХАМГААГА

# 3. Шинжилгээний үр дүн



## ■ Нийлүүлэлтийн шок:

Impulse response functions to LCPI, ( $\lambda = 0.312$ ,  $\tau = 3.125$ )



МОНГОЛЫН  
УЛСЫН  
ХАНАГАА

### 3. Шинжилгээний үр дүн



- Варианцын задаргаа (%):

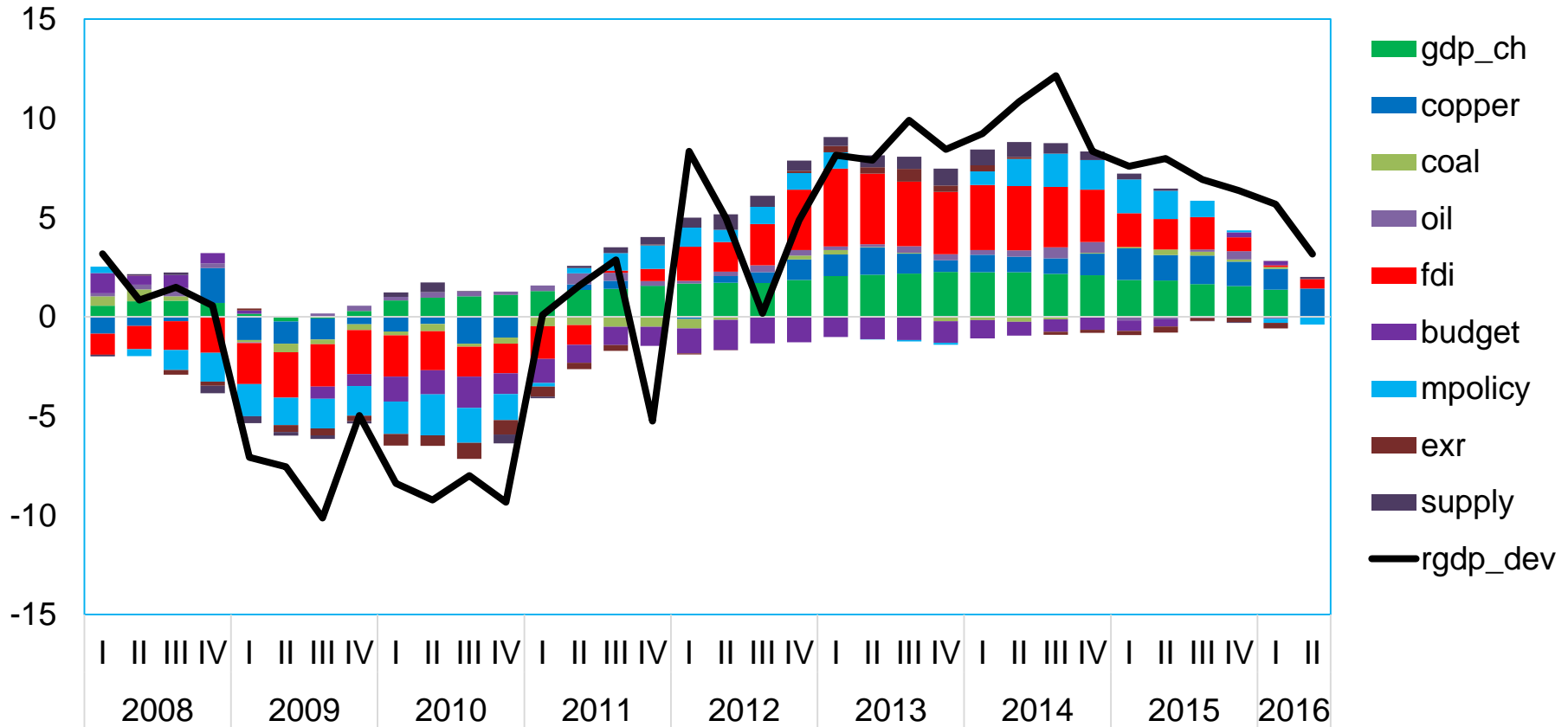
	БДНБ-ий өсөлт	Хэрэглээний үнийн индекс
<b>Гадаад шок</b>	1 БДНБ-ий өсөлт (БНХАУ)-ийн шок	32
	2 Зэсийн үнийн шок	21
	3 Нүүрсний үнийн шок	2
	4 Газрын тосны үнийн шок	1
	5 ГШХО-ын шок	1
<b>Дотоод шок</b>	6 Төсвийн бодлогын шок	1
	7 Мөнгөний бодлогын шок	1
	8 Валютын ханшийн шок	1
	9 Нийлүүлэлтийн шок	20

### 3. Шинжилгээний үр дүн



- Түүхэн шокуудын задаргаа:

Бодит ДНБ



МОНГОЛЫН  
МАНАГЛАХ  
УРГАХ

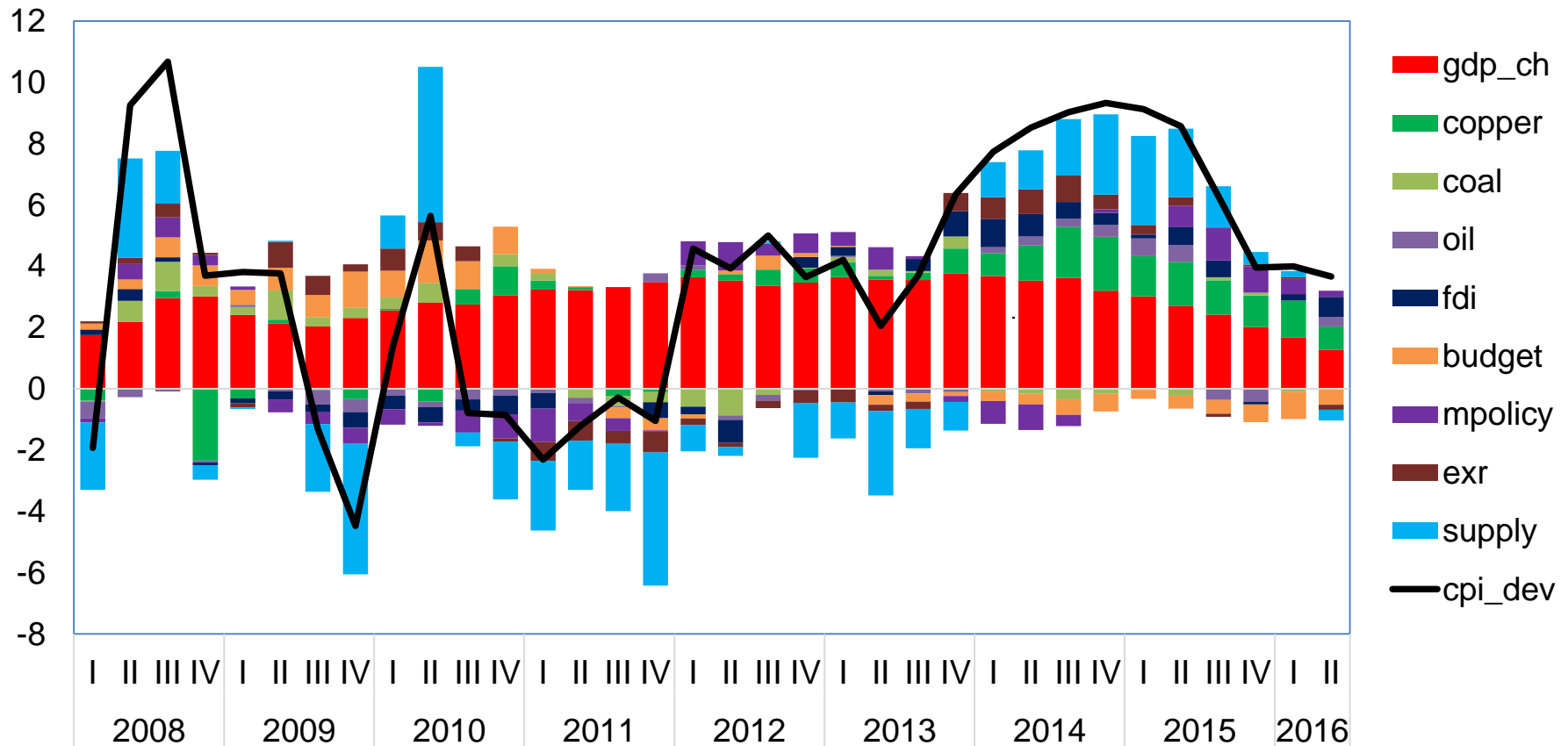


### 3. Шинжилгээний үр дүн



- Түүхэн шокуудын задаргаа:

Хэрэглээний үнийн индекс



Хэрэглээний үнийн индекс

# 4. Тогтвортой байдлын шинжилгээ



- Тэмдэгийн хязгаарлалтай BVAR:

	Гадаад шок					Дотоод шок			
	БДНБ өсөлт (БНХАУ)	Зэсийн үнэ	Нүүрсний үнэ	Газрын тосны үнэ	ГШХО	Төсөв	Мөнгө	Валютын ханш	Нийлүүлэлт
1 БДНБ өсөлт (БНХАУ)	+								
2 ХҮИ (БНХАУ)	+								
3 Зэсийн үнэ	+	+							
4 Нүүрсний үнэ	+		+						
5 Газрын тосны үнэ	+			+					
6 БДНБ өсөлт (Монгол)		+	+		+		+		-
7 ХҮИ (Монгол)	+	+	+	+			+	+	+
8 ГШХО					+			-	
9 Төсвийн зардал						+			
10 Цалин						+			
11 Нийт мөнгө M2							+		
12 Зээл									
13 Бодлогын хүү							-		
14 Зээлийн хүү							-		
15 Худалдааны нөхцөл									
16 Валютын ханш								+	

Mongolian Ministry of Finance

## 4. Тогтвортой байдлын шинжилгээ



- 24 хувьсагчтай BVAR загвар:
  - Өмнөх 16 хувьсагчтай загвар дээр 8 хувьсагч нэмж тооцсон.
  - Тодруулбал төсвийн орлого, нөөц мөнгө, мөнгө ( $m1$ ), бараг мөнгө, хадгаламжийн хүү, нэрлэсэн үйлчилж буй ханш, бодит үйлчилж буй ханш
  - Импульсийн хариу үйлдлийн функцээс харахад тоо хэмжээний бага зэрэг өөрчлөлттэй боловч чанарын хувьд бараг адилхан байсан.



## 5. Дүгнэлт



- Энэхүү судалгаагаар Монгол улсын BVAR загварыг 16 болон 24 хувьсагчтай Bayes-ийн үнэлгээгээр тооцож бүтцийн шинжилгээ болох импульсийн хариу үйлдлийн функцээр 9 шокуудыг таньж, варианцын болон түүхэн шокуудын задаргааг хийсэн.
- Монгол улс шиг нээлттэй, жижиг, уул уурхайгаас хараат улсын хувьд гадаад орчны шок нь бизнесийн циклийн гол хөдөлгөгч хүчин зүйл болж байна.
- Тухайлбал вариацийн задаргаанаас харахад бодит ДНБ-ний хэлбэлзлийн гол хөдөлгөгч хүчин зүйлс нь ГШХО болон зэсийн үнийн шокууд байна. Эдгээр нь хамтдаа бодит ДНБ-ний хэлбэлзлийн 30 хувийг тайлбарлаж байна.
- Түүнчлэн Хятадын эдийн засгийн өсөлтөөс ихээхэн хамааралтай байна.



## 5. Дүгнэлт



- Шокуудыг гадаад болон дотоод гэж ангилж үзвэл Монголын эдийн засгийн бодит сектор гадаад орчноос ихээхэн хамааралтай байгаа нь шинжилгээний үр дүнгээс харагдаж байна. Өөрөөр хэлбэл бараг 50 орчим хувийг гадаад сектор тайлбарлаж байна.
- Харин үнийн хэлбэлзлийн хувьд гол тодорхойлогч хүчин зүйлс бол Хятад улсын эрэлт, зэсийн үнэ болон дотоод дахь нийлүүлэлтийн шок байна. Гадаад, дотоод хүчин зүйлсээр ангилан авч үзвэл гадаад хүчин зүйлс дангаараа үнийн хэлбэлзлийн 60 орчим хувийг тайлбарлаж байна.





МОНГОЛ  
УЛАМ

Анхаарал хандуулсанд  
баярлалаа.