

# МОНГОЛ УЛСЫН ЭДИЙН ЗАСГИЙН МӨЧЛӨГИЙН RBC ЗАГВАРЫН ШИНЖИЛГЭЭ

С.Дөлбадрах<sup>a</sup>

## Абстракт

Бодит эдийн засгийн мөчлөгийн (RBC) загвар нь макро эдийн засгийн онолын нэг үндсэн суурь загвар байдгийнхаа хувьд академик сургалт болон эмпирик судалгааны ажлын гол багаж, хэрэгсэл болдог. Макро эдийн засгийн ерөнхий тэнцвэр болон түүний динамикт нэрлэсэн хувьсагчид болон санамсаргүй шокийн үзүүлэх нөлөөнөөс өмнө бодит хувьсагчдын хооронд тогтож байдаг үндсэн хамаарал, тэнцвэрийг тогтоох нь чухал байдаг. Энэ судалгааны ажил нь Монгол улсын сүүлийн 17 жилийн тоон мэдээллийг ашиглан эдийн засгийн мөчлөгийг хэмжих, онолын тогтсон баримтуудтай нийцтэй байгаа эсэхийг шалгахад гадна завсрын бүтээгдэхүүний зах зээл, монопольт үнийн нөхцлөөр өргөтгөсөн бодит байдалд илүү нийцтэй, энгийн RBC загварыг ашиглан Монгол улсын эдийн засгийн мөчлөгийн шинж чанарыг тайлбарлах, онцлогийг нь илрүүлэн тайлбарлах зорилготой хийгдсэн. Монгол улсын эдийн засгийн мөчлөгийн гол үндсэн үзүүлтүүд нь онолын тогтсон баримтуудтай нийцтэй байна. Харин тоон өгөгдлийн боломжгүй байдлаас шалтгаалан зөвхөн энгийн Solow үлдэгдлээр тооцсон хөдөлмөрийн бүтээмж буюу технологийн дэвшлийн нөлөө хадгалагддаггүй, өмнөх үеэсээ сөрөг хамааралтай байгаа эсрэг байгаа боловч энэ чиглэлийн судалгааны ажлуудад ажиглагддаг, анхааруулдаг үр дүнтэй адилхан байгаа юм.

**Түлхүүр үгс:** Макро эдийн засаг, эдийн засгийн мөчлөг, RBC загвар

<sup>a</sup>МУИС-ийн Эдийн засгийн тэнхим, dulbadrakh@num.edu.mn

# 1 Танилцуулга

Зах зээлийн зарчмаар ажиллаж байгаа ямар ч эдийн засаг нь бэхлэгдсэн мэт хөдөлгөөнгүй эсвэл үргэлж өсөлттэй эсвэл үргэлж бууралттай гэсэн нэг хэвийн/тогтмол байдалд оршдоггүй бөгөөд үргэлж хэлбэлзэж, дээшээ доошоо чиглэлд ээлжлэн өөрчлөгдөж байдаг. Энэ үр дүнг судладаг макро эдийн засгийн ухааны дэд салбарыг эдийн мөчлөгийн шинжилгээ гэдэг. Товчхондоо, энэ дэд хэсэгт эдийн засаг урт хугацааныхаа өсөлтийн хандлага/чиглэлийн орчинд богино хугацаанд хэлбэлзэж байгаагийн шалтгаан, үр дагаварыг судладаг.

Энэ судалгааны ажлын гол зорилго нь орчин үеийн макро эдийн засгийн шинжилгээний үндсэн, суурь загваруудын нэг болох бодит эдийн засгийн мөчлөгийн (the real business cycles - RBC) загварыг ашиглан Монгол улсын эдийн засгийн мөчлөгийг тооцох, онцлог шинж чанаруудыг нь тодорхойлох, энгийн RBC загварыг үнэлэн, шоконд үзүүлэх хариу үйлдлийн функцийг тодорхойлох явдал байна.

Энэ ажлыг гүйцэтгэх нь дараах ач холбогдолтой. 1-рт, Монгол улсын эдийн засгийн мөчлөгийн эмпирик судалгаанд хувь нэмэр болно, 2-рт, эдийн засгийн ухаанаар суралцаж байгаа оюутнуудад мөчлөгийн тооцоолол, судалгааны сэдвээр монгол хэл дээрх нэг гарын авлага болно.

Энэ ажилд макро эдийн засгийн шинжилгээний үндсэн сурах бичиг болох Romer (2019) болон АНУ-ын эдийн засагт хийсэн RBC загварын судалгааны ажлуудын нэг нөлөө бүхий, алдартай судалгааны ажил болох G.King and T.Rebelo (2000)-г голлон ашиглана.

RBC загварчлалын онол, зарчмыг засаж сайжруулах, өргөжүүлэх зорилгогүй харин үүний стандарт, үндсэн зарчмуудыг хэрхэн хэрэглэх, ашиглах талаар танилцуулах зорилготой учраас эхний хэсэгт эдийн засгийн мөчлөгийг хэрхэн хэмждэг, Монгол улсын макро эдийн засаг мөчлөгийн тогтсон баримтуудад хэр нийцтэй байгааг тодорхойлох бол дараагийн бүлэгт эдгээр тоон мэдээлэлд үндэслэсэн энгийн, суурь RBC загварын үнэлгээ, симуляци, хариу үйлдлийн функцийг тодорхойлон тайлбарлана.

## 2 Сэдвийн судлагдсан байдал

Эдийн засгийн мөчлөгийн судалгаа 1920-оод оноос хөгжиж эхэлсэн ба энэ үед эдийн засагчид бараа бүтээгдэхүүн болон үйлдвэрлэлийн хүчин зүйлсийн эрэлт нийлүүлэлт дэх өөрчлөлт, шилжилтийн үзүүлэх нийт нөлөө, үр дагаварыг судлахын тулд микро эдийн засгийн ухааны шинэ арга хэрэгслүүдийг хэрэглэх эрэл хайгуул эрчимтэй хийж, бодит эдийн засгийн онолууд тэргүүлэх үүрэгтэй байсан.

1930-аад оны Их хямрал эдийн засгийн мөчлөгийн судалгаанд хүчтэй нөлөө үзүүлсэн. Эдийн засагчид микро эдийн засгийн онол нь эдийн засгийн мөчлөгийг ойлгоход хангалтгүй, тохиромжгүй суурь гэж үзэж эхэлсэн. Эдийн засгийн бодит хувьсагчид, тэдгээрийн хоорондын хамааралд бага ач холбогдол өгч харин мөнгөний зах зээл, өрх гэр болон пүүсүүдийн үйл хөдлөл тэдгээрийн сэтгэл зүйд илүү ач холбогдол өгч эхэлсэн. Мөн, засгийн газрын эдийн засгийг удирдах нь шаардлагатай зүйл төдийгүй зайлшгүй байх ёстой гэсэн үзэл дэлгэрч эхлэсэн байдаг. Кейнсийн макро эдийн засгийн онол нийт эдийн засгийг тайлбарладаг гол суурь, нийтээр хүлээн зөвшөөрөгдсөн онол болсон нь дараагийн 50 жилд хадгалагдсан байдаг.

Sargent (1982) дүгнэснээр 1970-аад оны их хэмжээст макро эконометрик загварын үнэлгээний үр дүнгийн нийцгүй байдал болон үүнтэй холбоотой Lucas (1976)-ийн түүчээлэн хөгжүүлсэн рациональ хүлээлтийн логик нь эцсийн дүндээ ерөнхий тэнцвэрийн шинжилгээ шаардах болсноор бодит эдийн засгийн мөчлөгийн шинжилгээг эрчимтэй сэргэх үе шатыг эхлүүлсэн гэж үздэг. Kydland and Prescott (1982) болон Long Jr and Plosser (1983) нар анх энэ аргачлалын боломжийг гайхалтайгаар харуулж, зах зээлүүд нь тэнцвэртэй, мөнгөний шокгүй, макро эдийн засгийг зохицуулах засгийн газар байхгүй байхад эдийн засгийн мөчлөгийг амжилттай тайлбарлах загварыг байгуулж болохыг харуулсан байдаг.

1980-аад оны эцэст бодит эдийн засгийн мөчлөгийн шинжилгээний үндсэн болон маргаантай үр дүнгүүд анхаарлын төвд орж ирсэн. Solow (1957)-ийн анхлан хөгжүүлсэн эдийн засгийн өсөлтийн тооцооллоор хэмжсэн нийт хүчин зүйлсийн бүтээмжийн шилжилтээр тодорхойлогдох энгийн тэнцвэрийн загварууд нь эдийн засаг дахь бодит хувьсагчидтай адилхан мөчлөг хадгалагдах байдал (persistence), хамтын өөрчлөлт (comovement) болон хэлбэлзлийн (volatility) нийлмэл шинж чанартай хугацааны цувааг бий болгож байсан. Маш олон онолын болон эмпирик өгүүлэгүүд бодит эдийн засгийн мөчлөгийн шинжилгээний арга аргачлалыг ашиглаж эхэлснээр бодит эдийн засгийн мөчлөгийн шинжилгээ нь бараг бүх их сургуулиудын эдийн засгийн ухааны ахисан түвшний хөтөлбөрт гол үүрэгтэй болсон. Энэ үеэс Шинэ Кейнсийн урсгалын эдийн засагчид бодит эдийн засгийн мөчлөгийн шинжилгээг (RBC) макро эдийн засгийн шинэ нийтээр хүлээн зөвшөөрөгдсөн суурь онол гэж хүлээн зөвшөөрч эхэлсэн ба үр дүнд нь макро эдийн засгийн шинэ хамтарсан/эрлийз (hybrid) онол үүсэн хөгжиж эхэлсэн.

RBC шинжилгээний аргачлалыг өнөө үед мөнгөний эдийн засаг, олон улсын эдийн засаг, нийтийн санхүү, хөдөлмөрийн эдийн засаг, хөрөнгө үнэлгээний загвар гэх мэт өргөн хүрээнд ашиглаж байна. Эхэн үеийн RBC судалгаанаас ялгаатай нь эдгээр загварууд нь зах зээлийн гажуудал оршин байдаг гэж үздэг тул засгийн газрын оролцоог хүлээн зөвшөөрдөг болсон. Эдийн засгийн мөчлөг нь мөнгөний зах зээлийн шокууд эсвэл эдийн засгийн

агентуудын хүлээлт/итгэл үнэмшил дэх экзогени шилжилтээс үүсдэг ба динамик стохастик ерөнхий тэнцвэрийн загвар (DSGE) нь орчин үеийн макро эдийн засгийн шинжилгээ хийх хамгийн хүчтэй “лаборатори” юм гэж үзэх болсон.

Үүнтэй зэрэгцэн, эдийн засгийн мөчлөгийн гол шалтгаан болох бүтээмж дэх их хэмжээний хэлбэлзэлтэй шокуудыг Solow үлдэгдлээр голлон хэмжиж байгаагийн сул талуудыг засаж байна. Жишээ нь, Burnside et al. (1996) ажилд ажигладдаггүй буюу түүвэрлэх, хэмжих боломжгүй хүчин чармайлт болон хүчин чадлын ашиглалт гэх хүчин зүйлсийн хэмжилтийн алдаа болон зах зээлийн бүтцийн талаарх тохиромжгүй нөхцлүүдээр Solow үлдэгдлийн тооцооллыг зассан байдаг. Эдгээр дахин хэмжилтээр бүтээмжийн өсөлт сөрөг үнэглэгдэх магадлал бага болдогоороо илүү үнэмшилтэй технологийн шокийг илэрхийлэх болсон. Эдийн засгийн үйл ажиллагаанд хүчтэйгээр хариу үзүүлдэг шинэ хүчин зүйлсийг тооцож үзснээр бүтээмжийн шок нь бага хэмжээтэй ба мөчлөгт илүү хэлбэлзэл багатай болдог гэж үздэг.

Макро эдийн засгийн шинэ нийлмэл онол хөгжиж эхэлснээр эдийн засгийн мөчлөгийн судалгааны ажил асар ихээр хэмжээгээр өргөн хүрээнд хийгдэж байна. Дараах хоёр хүснэгтэнд Škare and Stjepanović (2016) ажилд хураангуйлан нэгтгэсэн эдийн засгийн мөчлөгийг тодорхойлох аргачлал болон гол тодорхойлогчийг танилцуулж байна.

#### ХҮСНЭГТ 1. Эдийн засгийн мөчлөгийн тодорхойлох аргууд

Зохиогчид	Эдийн засгийн мөчлөгийг тодорхойлох аргачлал
Burns and Mitchell (1946)	Эдийн засгийн мөчлөг нь нийт эдийн засгийн үйл ажиллагаанд гарч буй хэлбэлзэл
NBER (2010)	Эдийн засгийн мөчлөг нь хоёр хэсгээс бүрдэнэ: мөчлөгийн оргил болон ёроол
Zarnowitz (1992)	Урт хугацааны тренд/хандлагын орчин дахь хэлбэлзлээр тодорхойлогдох хугацааны цуваан дахь уналтаар өсөлтийн мөчлөгийг авч үзэх
King et al. (1991)	Өсөлт болон эдийн засгийн мөчлөг хамтдаа тодорхойлогдох RBC загвар ашиглах
Singleton (1988), G.King and T.Rebelo (2000), Cogley and Nason (1995)	Hodrick-Prescott филтер ашиглан эдийн засгийн мөчлөгийг тодорхойлох алтернатив арга ашиглах
Baxter and King (1993)	Хугацааны цувааны спектр шинжилгээ ашиглан эдийн засгийн мөчлөгийг тодорхойлох өөр нэг алтернатив арга ашиглах

ХҮСНЭГТ 2. Эдийн засгийн мөчлөгийн гол тодорхойлогчид

Зохиогчид	Эдийн засгийн мөчлөгийн гол шалтгаан
Prescott (1986)	Дайны дараах үеийн технологийн шокуудын тодорхой бус байдлын үзүүлсэн нөлөөг авч үзсэн
Norrbin (1993)	Цэргийн зардлыг ашиглан нийт хүчин зүйлсийн бүтээмжийг (TFP) хэмжсэн
Evans (1992)	Мөнгөний бодлогын үзүүлэлтүүдийг ашиглан нийт хүчин зүйлсийн бүтээмжийг (TFP) хэмжсэн
Gali (1999), King et al. (1991), Nelson and Plosser (1982), G.King and T.Rebelo (2000)	Эдийн засгийн мөчлөгийн хэлбэлзлээр технологийн шокийг авч үзэхийн ач холбогдлыг хэлэлцсэн
Kim and Loungani (1992), Rotemberg and Woodford (1996), Finn (2000)	Эдийн засгийн мөчлөгийн гол шалтгаанаар технологийн дэвшлийг авч үзэхийн оронд газрын тосны салбарын шокийг авч үзсэн
Christiano and Eichenbaum (1992), Baxter and King (1993), Braun (1994), McGrattan (1994)	Эдийн засгийн мөчлөгийн гол шалтгаанаар технологийн дэвшлийг авч үзэхийн оронд сангийн бодлогын шокийг авч үзсэн
Ramey and Shapiro (1998), Burnside et al. (1996), Fisher (2002)	Засгийн газрын зардлын өөрчлөлтийн эдийн засгийн мөчлөгт үзүүлэх нөлөөг авч үзсэн
Bernanke et al. (1999), Dixit and Stiglitz (1977)	Эдийн засгийн мөчлөгийн гол шалтгаанаар технологийн дэвшлийг авч үзэхийн оронд мөнгөний шокуудыг авч үзсэн
Farmer (1999)	Эдийн засгийн мөчлөгийн шалтгааныг тодорхойлох олон тэнцвэртэй загварын эхлэлийн цэгээр RBC загварыг ашигласан

### 3 Эдийн засгийн мөчлөгийг хэмжих

Энд бүлэгт G.King and T.Rebelo (2000)-д заасны дагуу хэрхэн макро эдийн засгийн үндсэн хувьсагчдийн мөчлөгийн бүрэлдэхүүн хэсгүүдэд “HP-filter” ашиглан задлахыг эхлээд тайлбарлана. Уг аргачлалын дагуу Монгол улсын макро эдийн засгийн хувьсагчдын задаргааг хийн, эдийн засгийн мөчлөгийн шинж чанар, төлөв байдлыг мөчлөгийн тогтсон баримтуудыг ашиглан тайлбарлана.

#### 3.1 Тоон өгөгдөл

Дараах Хүснэгт 1-д G.King and T.Rebelo (2000)-ийн АНУ-ын хувьд авч үзсэн макро хувьсагчид болон энэ ажилд ашиглах Монгол улсын макро хувьсагчдын жагсаалтыг харуулсан.

ХҮСНЭГТ 3. Макро эдийн засгийн үндсэн хувьсагчид

N	АНУ-ын хувьсагчид	Хугацаа	Монгол улсын хувьсагчид, (2010 оны зэрэгцүүлэх үнээр)	Хугацаа
1	GDP	1947Q1 - 1996Q4	ДНБ	2005Q1 - 2022Q4
2	Consumption of non-durables		Хувийн хэрэглээ	
3	Consumption of durables		Хөрөнгө оруулалт	
4	Investment		Засгийн газрын хэрэглээ	
5	Government expenditure			
6	Total hours worked			
7	Capital stock		Капитал*	2006Q3 - 2022Q4
8	Capital utilization in manufacturing			
9	Productivity progress (Solow residual)		Технологийн дэвшил (Solow үлдэгдэл)*	2006Q4 - 2022Q4
10	Employment		Хөдөлмөр эрхлэлт	2006Q3 - 2022Q4
11	Hours per worker			
12	Labor productivity		Дундаж бүтээгдэхүүн	
13	Real wage		Сарын бодит цалин	

Тайлбар: \* судлаачийн тооцоолол

ҮСХ-оос улирлаар тооцдог макро хувьсагчдын боломжоос шалтгаалан зарим хувьсагчдыг ашиглах боломжгүй байна. Тиймээс, технологийн дэвшил/хөдөлмөрийн бүтээмжийн өсөлт болон капиталыг тооцож гаргана.

#### Технологи/бүтээмжийн дэвшил: Solow үлдэгдэл

RBC загварын шинжилгээнд технологийн дэвшил/хөдөлмөрийн бүтээмжийн өсөлтийг Solow үлдэгдлээр төлөөлүүлэн ашигладаг. Romer (2019)-д Solow үлдэгдлийг хэрхэн тодорхойлж, тооцдогийг заасныг ашиглана<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Дэлгэрэнгүй тайлбар, гаргалгааг Хавсралт 1-ээс харна уу.

## Хугацааны цуваанд хийх засвар болон задаргаа

Улирлаар тооцсон хугацааны цуваатай ажиллаж байх үед хамгийн эхлээд бодит хэмжээст болгох хэрэгтэй байдаг. Энэ судалгаанд ашиглаж байгаа макро хувьсагчдыг бүгдийг нь 2010 оны зэрэгцүүлэх үнээр илэрхийлсэн.

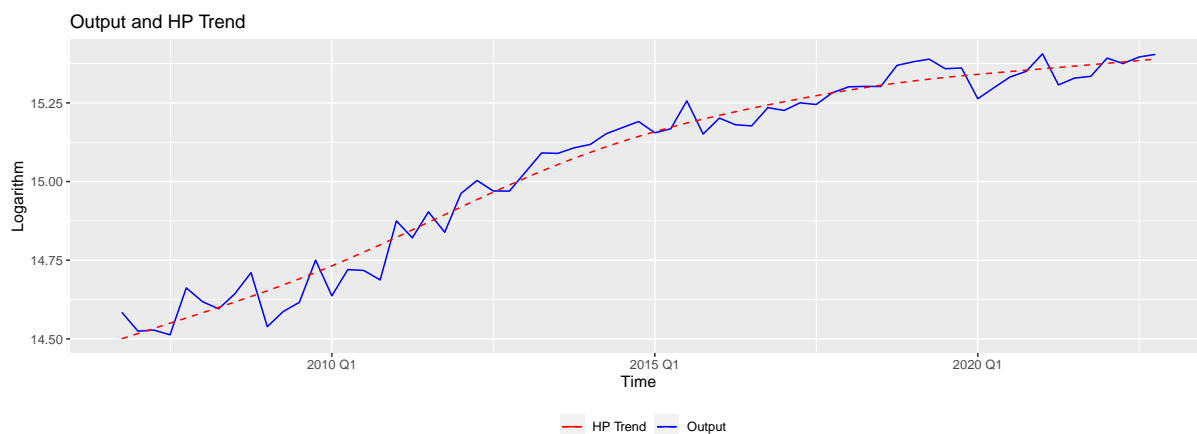
Үүний дараа хувьсагчдын улирлын хэлбэлзлийг Hyndman and Athanasopoulos (2018)-д зааснаар Robert et al. (1990)-ийн хөгжүүлсэн “Seasonal and Trend decomposition using Loess - STL” аргачлалыг ашиглан зассан. Энэ аргачлал нь улс орнуудын статистикийн газрын албан ёсоор улирлын хэлбэлзлийг засварлахдаа ашигладаг SEATS болон X-11 аргачлалуудаас хэд хэдэн талаар давуу талтай гэж үздэг, дэлгэрэнгүйг уг номноос үзэж болно.

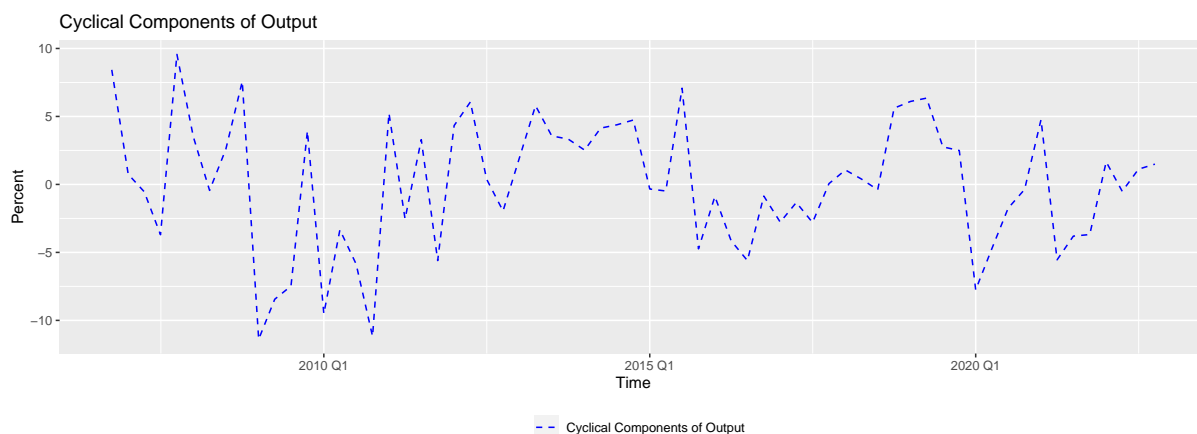
Улирлын хэлбэлзлийг зассан хувьсагчид болон “HP-filter” аргачлалыг ашиглан хугацааны цуваа хувьсагчдаа тренд (trend) болон хэлбэлзэл (cycles) гэсэн бүрэлдэхүүн хэсгүүдэд задална.

### 3.2 Монгол улсын эдийн засгийн мөчлөгийн шинж чанар

Өмнөх хэсэгт тайлбарласан шат дараалал болон аргачлалаар сонгогдсон макро эдийн засгийн хувьсагчдын мөчлөгийн бүрэлдэхүүн хэсгийг тодорхойлсон. ДНБ-ны мөчлөгийн хэсгийг суурь, харьцуулах хувьсагчаар авсан учраас ДНБ-тэй харьцуулсан бусад хувьсагчдын мөчлөгийн хэлбэлзэл болон мөчлөгийн үеийн өөрчлөлт эсрэг байсан эсэхийг шууд тодорхойлох боломжтой байна.

Дараах Зураг 1 нь улирлын хэлбэлзлийг нь зассан ДНБ-ныг “HP filter”-ээр задалсан тренд болон мөчлөгийн бүрэлдэхүүн хэсгийг харуулна.





ЗУРАГ 1. Засварлагдсан ДНБ & “HP-filter”-ийн задаргаа

Хүснэгт 4-д сонгогдсон макро эдийн засгийн хувьсагчдын мөчлөгийн бүрэлдэхүүн хэсгүүд ДНБ-ий мөчлөгийн бүрэлдэхүүн хэсэгтэй ямар хамааралтай байгааг илэрхийлэх статистик үзүүлэлтүүдийг нэгтгэн харуулсан. G.King and T.Rebelo (2000) ажлаас нэг ялгаатай зүйл нь эдгээр үзүүлэлтийг нэг хүнд ногдох үзүүлэлтийн хувьд тооцоогүй, нийт түвшинд нь тооцсон.

ХҮСНЭГТ 4. Монгол улсын эдийн засгийн мөчлөгийн статистик

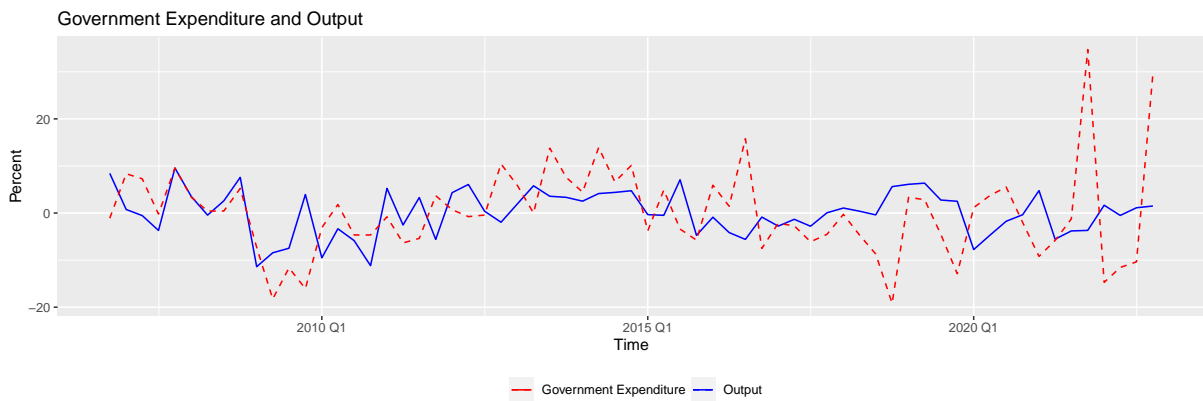
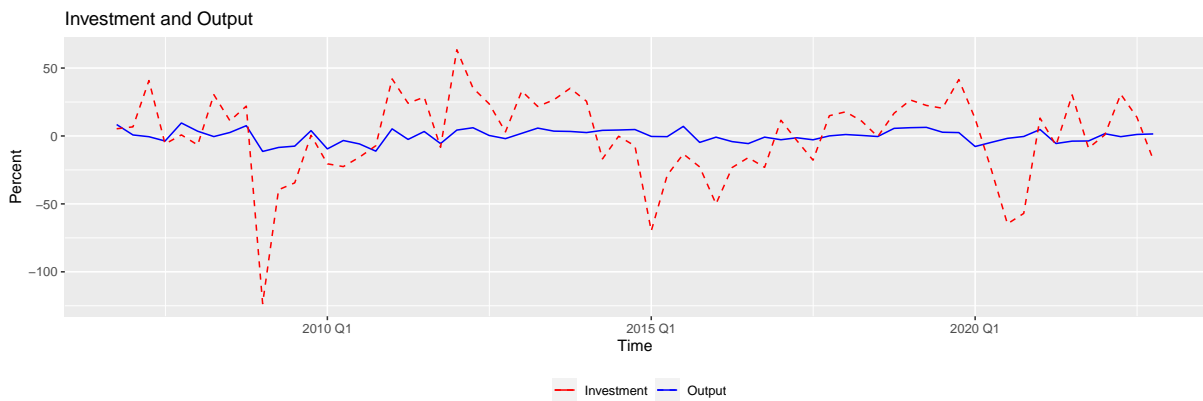
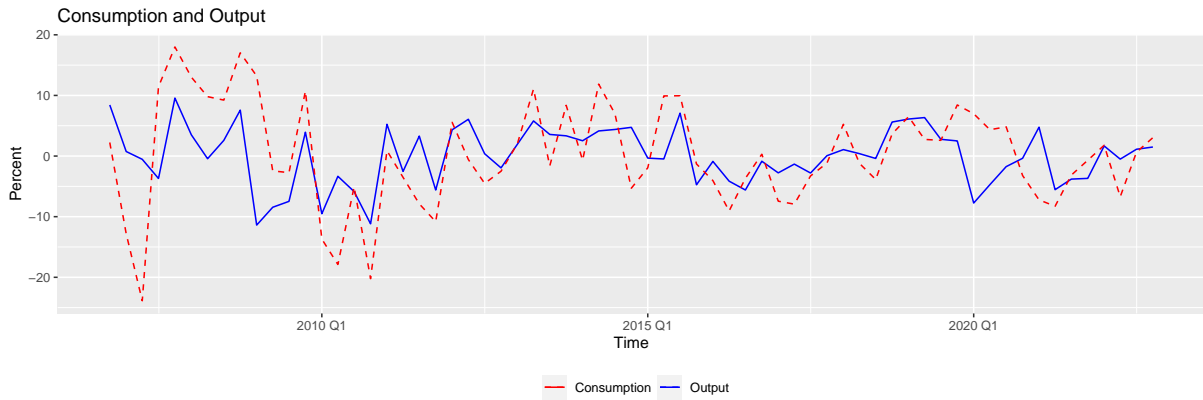
Хувьсагч	Стандарт хазайлт	Харьцуулсан стандарт хазайлт	I эрэмбийн автокорреляци	ДНБ-тэй хамаарах корреляци
ДНБ	0.0482	1.0	0.187	1.0
Хэрэглээ	0.0854	1.771	0.389	0.449
Хөрөнгө оруулалт	0.3112	6.456	0.393	0.507
ЗГ-ын зардал	0.0952	1.975	0.117	0.120
Капитал	0.292	0.607	0.869	0.382
Бүтээмжийн дэвшил	0.0596	1.237	-0.451	0.606
Хөдөлмөр эрхлэлт	0.0306	0.635	0.456	-0.047
Дундаж бүтээгдэхүүн	0.0583	1.209	0.266	0.852
Сарын бодит цалин	0.0885	1.835	0.642	0.218

Эх үүсвэр: Судлаачийн тооцоолол

### Хэлбэлзэл (Volatility)

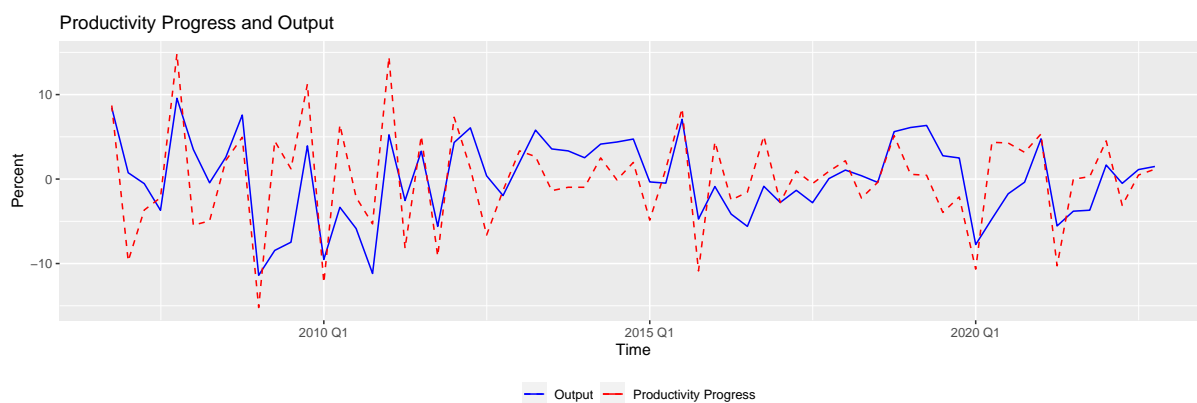
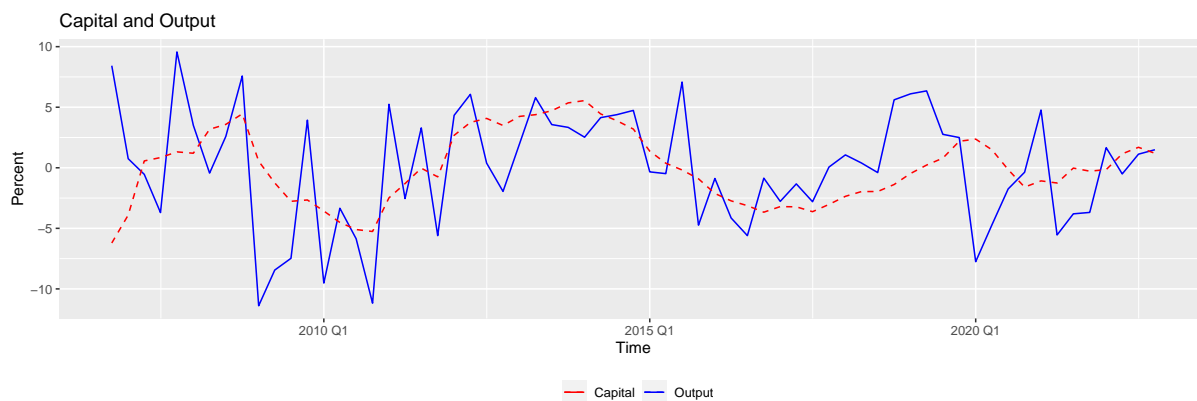
Макро эдийн засгийн гол хувьсагчдын хэлбэлзлийн шинж чанараар эдийн засгийн үйл ажиллагааг ойлгон, тайлбарладаг. Дараах зургуудыг болон хамаарлын статистик үзүүлэлтүүдийг үндэслэн дараах дүгнэлтүүдийг хийж болно:





ЗУРАГ 2. Монгол улсын зардлын хувьсагчдын мөчлөгийн бүрэлдэхүүн хэсэг, 2006:4-2022:4.

- Нийт хувийн хэрэглээ ДНБ/үйлдвэрлэлээс илүү хэлбэлзэмтгий (Зураг 2-1)
- Хөрөнгө оруулалт ДНБ/үйлдвэрлэлээс ойролцоогоор 6.5 дахин илүү хэлбэлзэлтэй (Зураг 2-2). Энэ үр дүн нь эдийн засгийн мөчлөгийн тогтсон баримттай хамгийн их нийцтэй байна.
- Засгийн газрын зардал ДНБ/үйлдвэрлэлээс ойролцоогоор 2 дахин илүү хэлбэлзэлтэй, 2010-аад оны дунд үе болон 2021 оноос хойш илт илүү хэлбэлзэлтэй байсан (Зураг 2-3)



ЗУРАГ 3. Монгол улсын үйлдвэрлэлийн хүчин зүйлсийн мөчлөгийн бүрэлдэхүүн хэсэг, 2006:4-2022:4.

- Үйлдвэрлэлийн хүчин зүйлсийн хувьд тооцсон капиталын хэмжээ харьцангуй бага хэлбэлзэлтэй (Зураг 3-1) бол бүтээмж/технологийн дэвшлийн үзүүлэлт или хэлбэлзэлтэй байна (Зураг 3-2)



ЗУРАГ 4. Монгол улсын хөдөлмөрийн зах зээлийн хувьсагчдын мөчлөгийн бүрэлдэхүүн хэсэг, 2006:4-2022:4.

- Хөдөлмөр эрхлэлт/ажилчдын тоо ДНБ-ээс бага хэлбэлзэлтэй (Зураг 4-1)
- Ажилчдын дундаж бүтээгдэхүүн ДНБ-ээс илүү хэлбэлзэлтэй (Зураг 4-2)
- Сарын дундаж бодит цалин үйлдвэрлэлээс илүү хэлбэлзэлтэй (Зураг 4-3)

### Хамтын өөрчлөлт (Comovement)

Өмнөх 3 бүлэг зураг болон ДНБ-тэй хамаарч байгаа корреляцийн коэффициентоос хархад макро эдийн засгийн ихэнх хувьсагчид мөчлөгийн үед ДНБ-ийг дагасан (procyclical) шинж чанартай байгаа бол ганцхан хөдөлмөр эрхлэлт сөрөг хамааралтай (countercyclical)

боловч түүний корреляцийн коэффициент ойролцоогоор 0 (-0.047) байгаа учраас ямар нэгэн мөчлөгийн хамааралгүй (асуclical) гэж үзэхээр байна. Мөн, корреляцийн коэффициентийн шинжүүрээр засгийн газрын зардал болон сарын дундаж бодит цалин харьцангуй мөчлөгийн дагах шинж чанар багатай байна гэж дүгнэж болох ба энэ үр дүн нь АНУ-ынхтай адилхан байна.

### **Мөчлөг хадгалагдах байдал (Persistence)**

Бүх хувьсагчдын хувьд өмнөх үеэс хадгалагдан, дараа үед нөлөөлөх хүч харьцангуй сул ихэнх хувьсагчдын I эрэмбийн автокорреляцийн коэффициент 0.5-аас бага байна. Хамгийн хүчтэйгээр дараа үедээ хадгалагддаг хувьсагчид нь капитал (0.87) болон сарын дундаж бодит цалин (0.64) байна. АНУ-ын судалгааны үр дүнтэй харьцуулахад харьцангуй бага гарсан нь хувьсагчдын нийт түвшинд нь тооцсон үр дүнгээс шалтгаалж байж болох юм.

I эрэмбийн автокорреляцийн коэффициент харьцангуй өндөр байх нь эдийн засгийн мөчлөгийг урьдчилан таамаглах нэг боломж/шалтгаан болдог бол Монгол улсын хувьд энэ боломж харьцангуй бага байна.

## 4 RBC загварын шинжилгээ

### 4.1 RBC загвар

Эдийн засаг хангалттай олон тооны ижилхэн өрх гэрүүдээс бүрддэг ба өрх гэр насан туршийн ханамжаа хамгийн байлгах зарчмаар хэрэглээ болон хөдөлмөрийн нийлүүлэлтээ сонгодог.

Эцсийн бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэлийг төгс өрсөлдөөнт пүүсүүд орлуулалтын тогтмол мэдрэмжтэй завсрын бүтээгдэхүүний багцыг ашиглан үйлдвэрлэнэ. Завсрын бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэгч пүүсүүд монопольт өрсөлдөөнт ба үнэ тогтоох хүчээ ашиглан үнэ болон үйлдвэрлэлийн хэмжээгээ сонгодог бол эцсийн бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэгч пүүсүүд завсрын бүтээгдэхүүнийг монопольт үнээр завсрын бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэгч пүүсээс худалдан авна.

Эдийн засагт бүтээгдэхүүний болон хөдөлмөрийн зах зээл зэрэг тэнцвэржин, ерөнхий тэнцвэр тогтоно<sup>2</sup>.

### 4.2 RBC загварын шийд болон хариу үйлдлийн функц

#### 4.2.1 Загварын параметрууд

Энэ хэсэгт загварын шийд, тогтвортой төлөв болон хариу үйлдлийн функцийг бодоход шаардлагатай параметруудыг тодорхойлно.

Өмнөх Solow үлдэгдлийг тооцох хэсэгт олсноор Монгол улсын хувьд  $\alpha = 0.7947$ ,  $\delta = 0.051$  байна. Цаг хугацааны дискаунтын түвшинг RBC загварын тогтвортой төлвийн нөхцөл ёсоор  $\beta = 0.82$ ,  $\rho = 0.22$  байна.

Бүтээмж/технологийн дэвшлийг санамсаргүй,  $AR(1)$  процесс байна гэж үзвэл түүний коэффициентийг дараах загварыг үнэлэх замаар олж авч болно.

$$a_t = \rho^a a_{t-1} + \varepsilon_t^a, \quad \varepsilon_t^a \sim WN, \quad -1 < \rho^a < 1$$

энд,  $a_t$ - $t$  үеийн Solow үлдэгдэл. Өмнө олсон үр дүнгээ ашиглан энэ загварыг үнэлбэл дараах үр дүн гарна,

$$\hat{a}_t = \frac{-0.2653}{(0.0304)^*} a_{t-1}$$

$$\text{st.dev}(\hat{\varepsilon}_t) = 0.0553$$

Solow үлдэгдлээр тооцсон бүтээмж/технологийн дэвшлийн процесс Монгол улсын хувьд өмнөх үеэсээ урвуу хамааралтай гэсэн үр дүн гарч байгаа нь сэдвийн судлагдсан байдал хэсэгт дурдсан Solow үлдэгдлийн үнэлгээний сул талыг найдвартайгаар илэрхийлж байна. Энэ хэмжилтийн алдааны үр дагавар нь технологи/бүтээмжийн өсөлтийг тодорхойлдог, түүнд нөлөөлж байдаг түүвэрлэгдэх болон үл түүвэрлэгдэх хүчин зүйлсийг оруулан Solow үлдэгдлийг дахин үнэлэхийг шаардаж байгаа боловч одоогийн байдлаар манай улсын хувьд боломжгүй байна.

---

<sup>2</sup>Загварын дэлгэрэнгүй тавил болон шийдийг Хавсралт 2-оос харна уу.

Технологийн дэвшил  $AR(1)$  процессоор тодорхойлогдох санамсаргүй шок гэвэл,  $\rho^a = -0.2653$ , санамсаргүй хэсгийн стандарт хазайлт нь 0.0553 байна.

Завсрын бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэгч пүүсүүдийн ашгийн үйл хөдлөлийн талаар мэдээлэл байхгүй учраас стандарт RBC загварын тогтвортой төлвийн нөхцөл ёсоор  $\rho^\mu = 0.95$ ,  $\text{st.dev}(\varepsilon^\mu) = 0.01$  гэж авна.

#### 4.2.2 Стохастик шоктой загварын үр дүн

Загварын тэнцвэрийн нөхцлийг Хавсралт 8-д байгаа загварын тайлбарын тэгшитгэл (8.32) болон (8.33) дугаарт байгаа нийт 6 тэгшитгэл тодорхойлох бол цаг хугацаан дахь өөрчлөгдөх хүчийг технологийн дэвшил болон ашгийн түвшний  $AR(1)$  стохастик процесс бий болгоно. Үр дүнг Dynare 5.4 ашиглан тооцсон. Ингэхдээ,

1. Технологийн болон пүүсийн ашгийн түвшний санамсаргүй шокийг хамтад нь агуулсан хоёр шоктой бүтэн загвар
2. Зөвхөн технологийн дэвшлийн шок агуулсан, ашгийн түвшний шок агуулаагүй нэг шоктой загвар гэсэн хоёр ялгаатай загварын шийдийг тодорхойлсон.

Дараах Хүснэгт 5-т хоёр ялгаатай загварын хувьсагчдын стандарт хэлбэлзлийг нь нэгтгэн харуулав.

ХҮСНЭГТ 5. Хувьсагчдын стандарт хазайлт

Хувьсагч	Технологи & Ашгийн шоктой загвар	Зөвхөн технологийн шоктой загвар
$c$	0.0910	0.0408
$k$	0.1099	0.0433
$\ell$	0.0336	0.0240
$i$	0.3498	0.3219
$y$	0.1078	0.0684
$W$	0.1059	0.0510
$R$	0.0695	0.0635
$\pi$	0.1797	0.0684
$\mu$	0.0320	0.0000
$a$	0.0574	0.0574

Эх үүсвэр: Судлаачийн тооцоолол

Аль ч загварын хувьд хөрөнгө оруулалт болон ашгийн хувьсагч хамгийн их хэлбэлзэлтэй байна. Ашгийн түвшний шок байхгүй загварт үйлдвэрлэлийн хэлбэлзэл буурч байгаа боловч бусад хувьсагчдаасаа харьцангуй их хэлбэлзэлтэй болж байна, мөн ашгийн түвшний шок байхгүй болсноор ашгийн хувьсагч болон бусад бүх хувьсагчдын хэлбэлзэл буурч байна.

Энэ хүснэгтэнд загварын тавил ёсоор нэг ажилчинд/хүнд ногдох хэмжээний хэлбэлзлийн үр дүнг харуулж байгаа. Тэгвэл, хоёр шоктой загварын үр дүнг өмнөх хэсэгт олсон нийт

макро түвшний хувьсагчдын хувьд тооцсон мөчлөгийн хэлбэлзлийн үр дүнтэй харьцуулахад үндсэндээ адилхан, зөвхөн хөдөлмөр эрхлэлт болон капиталын хэлбэлзэл үйлдвэрлэлийн хэлбэлзлээс бага, ойролцоо, бусад бүх хувьсагчдын хэлбэлзэл илүү их байна.

Дараах Хүснэгт 6 хоёр шоктой бүтэн загварын корреляцийн коэффициентыг харуулав.

ХҮСНЭГТ 6. Корреляцийн коэффициент

	$c$	$k$	$\ell$	$i$	$y$	$W$	$R$	$\pi$	$\mu$	$a$
$c$	1.0000									
$k$	0.9816	1.0000								
$\ell$	0.2938	0.4124	1.0000							
$i$	0.3381	0.3873	0.9159	1.0000						
$y$	<b>0.8832</b>	<b>0.8946</b>	<b>0.6665</b>	<b>0.7400</b>	<b>1.0000</b>					
$W$	0.9530	0.9747	0.5697	0.5811	<b>0.9707</b>	1.0000				
$R$	0.0493	0.1225	0.9120	0.9533	<b>0.5104</b>	0.3316	1.0000			
$\pi$	-0.0468	-0.2276	-0.4178	-0.0195	<b>-0.0432</b>	-0.1727	-0.0911	1.0000		
$\mu$	-0.4852	-0.6432	-0.6881	-0.3900	<b>-0.5412</b>	-0.6354	-0.3343	0.8635	1.0000	
$a$	0.1286	0.1193	0.7095	0.9201	<b>0.5505</b>	0.3356	0.9044	0.3302	0.0000	1.0000

Эх үүсвэр: Судлаачийн тооцоолол

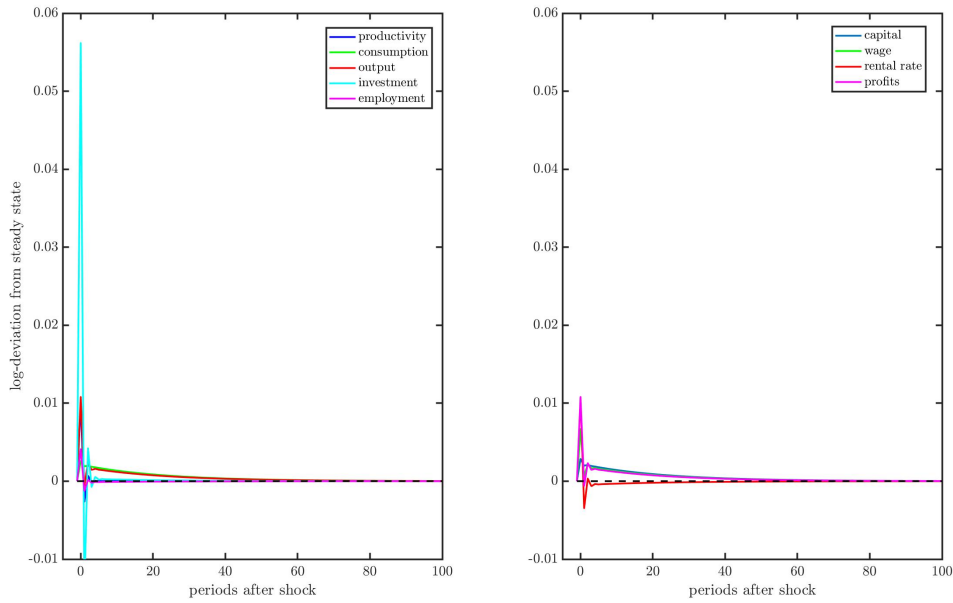
Хүснэгтээс харахад хэрэглээ, капитал, хөдөлмөр эрхлэлт, хөрөнгө оруулалт, цалин, хүүгийн түвшин болон технологийн дэвшил эдийн засгийн мөчлөгийн үед үйлдвэрлэлийг дагадаг (procyclical) шинж чанартай бол пүүсийн ашгийн хэмжээ болон ашгийн түвшин мөчлөг сөрсөн (countercyclical) шинж чанартай, гэхдээ энд ашгийн хэмжээний хамаарал харьцангуй сул байгаа учраас мөчлөгийн шинж чанаргүй (acyclical) гэж дүгнэж болно.

#### 4.2.3 Загварын хариу үйлдлийн функц

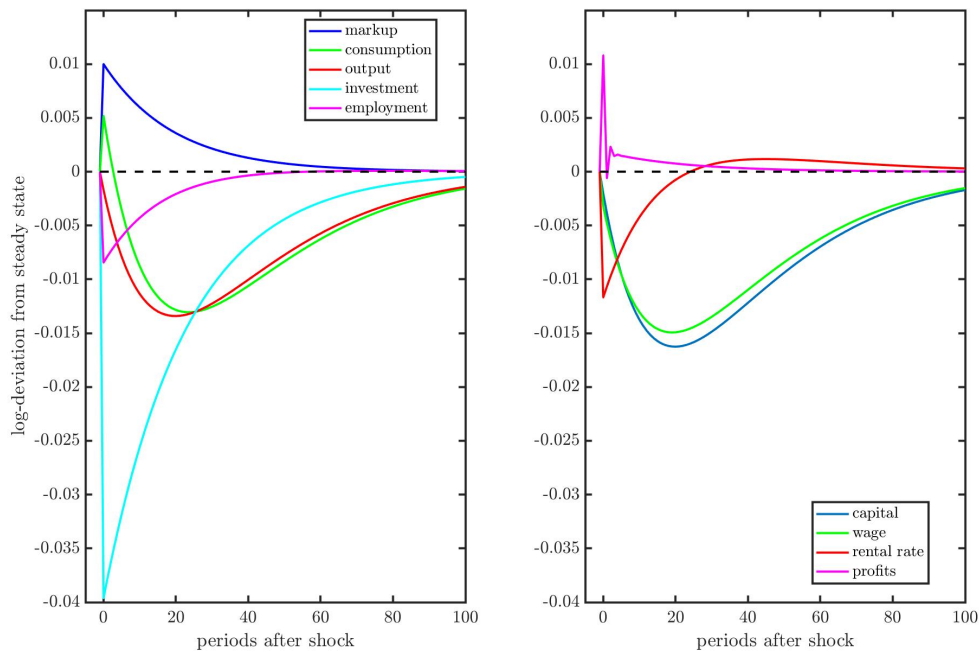
Стохастик шийдийг олсны дараа загварын санамсаргүй хэсэгт гэнэтийн шок явагдахад үнэлсэн загвар хэрхэн хариу үзүүлэхийг тооцох нь ач холбогдолтой байдаг.

Хариу үйлдлийн функцийг үр дүнгээс санамсаргүй шок эдийн засагт хэр удаан хадгалагдах, дараа дараагийн үеүдэд ямар нөлөө үзүүлэх болон хэдэн үеийн дараа нөлөө нь буурч байгаад эсвэл өсөж байгаад эсвэл ээлжилж байгаад алга болон дараагийн тогтвортой төлөвт хүрч байгааг харж болдог.

Дараах хоёр зурагт технологи болон ашгийн түвшинд 1%-ийн шок бий болох нь бусад хувьсагчдад хэрхэн нөлөөлөхийг харуулна.



ЗУРАГ 5. Технологийн дэвшлийн 1%-ийн шоконд үзүүлэх хариу



ЗУРАГ 6. Ашгийн түвшний 1%-ийн шоконд үзүүлэх хариу

Аль ч шоконд хөрөнгө оруулалт болон ашгийн хэмжээ хамгийн мэдрэмтгийгээр, их хэмжээгээр хариу үйлдэл үзүүлж байна. Технологийн шокийн үзүүлэх нөлөө харьцангуй бага, харьцангуй цөөхөн үеийн дараа нөлөө нь алга болж байгаа бол ашгийн түвшний шокийн нөлөө эсрэгээрээ харьцангуй их хэмжээгээр нөлөөлж, удаан хугацаанд нөлөө нь хадгалагдаж байна.



## 5 Дүгнэлт

Энэ судалгааны ажил нь Монгол улсын сүүлийн 17 жилийн макро эдийн засгийн үндсэн тоон үзүүлэлтүүд дээр үндэслэн макро эдийн засгийн онолын мөчлөгийн тогтсон баримтуудыг шалган дүгнэлт өгөх зорилготой хийгдсэн.

Олж авсан үр дүнгүүд ерөнхийдөө бусад өндөр хөгжилтэй улсуудын эдийн засагт ажиглагддаг үр дүнтэй нийцтэй байна. Технологи/бүтээмжийн өсөлтийг илэрхийлж байгаа Solow үлдэгдлээр тооцсон технологийн шок нь өмнөх үеэсээ урвуу хамааралтай, өөрөөр хэлбэл технологийн дэвшлийн нөлөө хадгалагдах шинж чанаргүй байна. Ийм үр дүн гарах нь тодорхой байсан бөгөөд илүү нэмэлт хувьсагч, мэдээллээр дахин үнэлэх тооцох шаардлагатай байгааг харуулна. Мөн улирлаар тооцсон капиталын хэмжээг ойролцоогоор ялгаварт тэгшитгэлийн аргаар тооцсон нь нөлөөлсөн байх магадлалтай.

ҮСХ-оос зарим чухал макро эдийн засгийн үндсэн тоон үзүүлэлтийг тооцохгүй байгаа нь, жишээ нь улирлаар тооцсон хүн ам, капиталын хэмжээ, капитал ашиглалт гэх мэт, макро эдийн засгийн онолын үндсэн баримтууд, хамаарлыг шалгах, үнэлгээ хийх, судалгаа хийн дүгнэлт өгөхөд хаалт, бэрхшээл болж байна.

## 6 Ашигласан материалын жагсаалт

- Marianne Baxter and Robert G King. *Fiscal policy in general equilibrium. The American Economic Review*, pp. 315–334, 1993.
- Ben S Bernanke, Mark Gertler, and Simon Gilchrist. *The financial accelerator in a quantitative business cycle framework. Handbook of macroeconomics*, 1:1341–1393, 1999.
- R Anton Braun. *Tax disturbances and real economic activity in the postwar United States. Journal of Monetary Economics*, 33(3):441–462, 1994.
- Arthur F Burns and Wesley C Mitchell. *Measuring business cycles*. burn46-1 (National bureau of economic research, 1946).
- A Craig Burnside, Martin S Eichenbaum, and Sergio T Rebelo. *Sectoral solow residuals. European Economic Review*, 40(3-5):861–869, 1996.
- Lawrence J Christiano and Martin Eichenbaum. *Current real-business-cycle theories and aggregate labor-market fluctuations. The American Economic Review*, pp. 430–450, 1992.
- Timothy Cogley and James M Nason. *Output dynamics in real-business-cycle models. The American Economic Review*, pp. 492–511, 1995.
- Avinash K Dixit and Joseph E Stiglitz. *Monopolistic competition and optimum product diversity. The American economic review*, 67(3):297–308, 1977.
- Charles L Evans. *Productivity shocks and real business cycles. Journal of Monetary Economics*, 29(2):191–208, 1992.
- Roger EA Farmer. *The macroeconomics of self-fulfilling prophecies* (mit Press, 1999).
- Mary G Finn. *Perfect competition and the effects of energy price increases on economic activity. Journal of Money, Credit and banking*, pp. 400–416, 2000.
- Jonas DM Fisher. *Technology shocks matter. Available at SSRN 388400*, 2002.
- Jordi Gali. *Technology, employment, and the business cycle: do technology shocks explain aggregate fluctuations? American economic review*, 89(1):249–271, 1999.
- Robert G.King and Sergio T.Rebelo. *February 2000. Resuscitating Real Business Cycles. NBER Working Paper*, 7534, 2000.
- Groningen Growth and Development Centre. *Penn World Table version 10.01*, 2023.
- Rob J Hyndman and George Athanasopoulos. *Forecasting: principles and practice* (OTexts, 2018).
- Mohsin S. Khan and Peter J. Montiel. *Macroeconomic Models for Adjustment in Developing Countries*, Nadeem U. Haque (ed.) (International Monetary Fund, 1991).

- In-Moo Kim and Prakash Loungani. *The role of energy in real business cycle models*. *Journal of Monetary Economics*, 29(2):173–189, 1992.
- Robert King, Charles Plosser, James Stock, and Mark Watson. *Stochastic Trends and Economic Fluctuations*. *American Economic Review*, 81(4):819–40, 1991.
- Finn E Kydland and Edward C Prescott. *Time to build and aggregate fluctuations*. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, pp. 1345–1370, 1982.
- John B Long Jr and Charles I Plosser. *Real business cycles*. *Journal of political Economy*, 91(1):39–69, 1983.
- Robert E Lucas. *Econometric policy evaluation: A critique*, volume 1 (Carnegie-Rochester conference series on public policy, North-Holland, 1976), 19-46 pp.
- George McCandless. *The ABCs of RBCs – An Introduction to Dynamic Macroeconomic Models* (Harvard University Press, 2008).
- Ellen R McGrattan. *The macroeconomic effects of distortionary taxation*. *Journal of Monetary Economics*, 33(3):573–601, 1994.
- NBER. *Business cycle dating committee*, 2010.
- Charles R Nelson and Charles R Plosser. *Trends and random walks in macroeconomic time series: some evidence and implications*. *Journal of monetary economics*, 10(2):139–162, 1982.
- Stefan C Norrbin. *The relation between price and marginal cost in US industry: a contradiction*. *Journal of political Economy*, 101(6):1149–1164, 1993.
- Edward C Prescott. *Theory ahead of business-cycle measurement*. In *Carnegie-Rochester conference series on public policy*, volume 25, pp. 11–44 (Elsevier, 1986).
- Valerie A Ramey and Matthew D Shapiro. *Costly capital reallocation and the effects of government spending*. In *Carnegie-Rochester conference series on public policy*, volume 48, pp. 145–194 (Elsevier, 1998).
- Cleveland Robert, C William, and Terpenning Irma. *STL: A seasonal-trend decomposition procedure based on loess*. *J. Off. Stat*, 6(1):3–73, 1990.
- David Romer. *Advanced Macroeconomics 5ed* (Mc Graw Hill, 2019).
- Julio J Rotemberg and Michael Woodford. *Real-business-cycle models and the forecastable movements in output, hours, and consumption*. *The American Economic Review*, pp. 71–89, 1996.
- Thomas J Sargent. *Beyond demand and supply curves in macroeconomics*. *The American Economic Review*, 72(2):382–389, 1982.
- Kenneth J Singleton. *Econometric issues in the analysis of equilibrium business cycle models*. *Journal of Monetary Economics*, 21(2-3):361–386, 1988.

Marinko Škare and Saša Stjepanović. *Measuring business cycles: a review*. *Contemporary Economics*, 10(1):83–94, 2016.

Robert M Solow. *Technical change and the aggregate production function*. *The review of Economics and Statistics*, 39(3):312–320, 1957.

Victor Zarnowitz. *Front matter, business cycles: Theory, history, indicators, and forecasting*. In *Business Cycles: Theory, History, Indicators, and Forecasting*, pp. 21–0 (University of Chicago Press, 1992).

## 7 Хавсралт 1. Solow үлдэгдлийг тооцох

Үйлдвэрлэлийн функц нь шинэ сонгодог ба бүтээмжийн өсөлт, дэвшил нь хөдөлмөрөөр дамжиж явагддаг гэж үзвэл,

$$Y_t = F(K_t, A_t L_t) \quad (7.1)$$

хэлбэртэй байх ба уг функцийг бүтэн өөрчлөлт,

$$\dot{Y}_t = \frac{\partial Y_t}{\partial K_t} \dot{K}_t + \frac{\partial Y_t}{\partial L_t} \dot{L}_t + \frac{\partial Y_t}{\partial A_t} \dot{A}_t \quad (7.2)$$

байна. Үүний хоёр талыг нь  $Y_t$ -д хуваавал,

$$\frac{\dot{Y}_t}{Y_t} = \frac{\partial Y_t}{\partial K_t} \frac{\dot{K}_t}{Y_t} + \frac{\partial Y_t}{\partial L_t} \frac{\dot{L}_t}{Y_t} + \frac{\partial Y_t}{\partial A_t} \frac{\dot{A}_t}{Y_t}$$

боллох ба баруун гар талын нийлбэрийн гишүүдийг харгалзан,  $\frac{K_t}{Y_t}$ ,  $\frac{L_t}{Y_t}$  болон  $\frac{A_t}{Y_t}$  буюу 1-ээр үржүүлж өгвөл тэнцэтгэлийн чанарт өөрчлөлт орохгүй ба дараах байдлаар хувиргавал,

$$\begin{aligned} \frac{\dot{Y}_t}{Y_t} &= \frac{\partial Y_t}{\partial K_t} \frac{\dot{K}_t}{Y_t} \frac{K_t}{K_t} + \frac{\partial Y_t}{\partial L_t} \frac{\dot{L}_t}{Y_t} \frac{L_t}{L_t} + \frac{\partial Y_t}{\partial A_t} \frac{\dot{A}_t}{Y_t} \frac{A_t}{A_t} \\ &= \frac{K_t}{Y_t} \frac{\partial Y_t}{\partial K_t} \frac{\dot{K}_t}{K_t} + \frac{L_t}{Y_t} \frac{\partial Y_t}{\partial L_t} \frac{\dot{L}_t}{L_t} + \frac{A_t}{Y_t} \frac{\partial Y_t}{\partial A_t} \frac{\dot{A}_t}{A_t} \\ &= \frac{K_t \cdot F_K}{Y_t} \frac{\dot{K}_t}{K_t} + \frac{L_t \cdot F_L}{Y_t} \frac{\dot{L}_t}{L_t} + \frac{A_t}{Y_t} \frac{\partial Y_t}{\partial A_t} \frac{\dot{A}_t}{A_t} \\ \frac{\dot{Y}_t}{Y_t} &\equiv \alpha_{K,t} \frac{\dot{K}_t}{K_t} + \alpha_{L,t} \frac{\dot{L}_t}{L_t} + R_t \end{aligned} \quad (7.3)$$

үйлдвэрлэлийн өсөлтийн түвшнийг илэрхийлнэ. Энд,  $\alpha_{K,t} = \frac{K_t \cdot F_K}{Y_t}$  &  $\alpha_{L,t} = \frac{L_t \cdot F_L}{Y_t}$  нь харгалзан капитал болон хөдөлмөрийн нэгжид ахиу бүтээгдэхүүнтэй нь тэнцүү төлбөр төлдөг гэсэн шинэ сонгодог үйлдвэрлэлийн нөхцөл ёсоор капитал болон хөдөлмөрийн орлогын нийт орлогод эзлэх хувийн жингүүдийг тэмдэглэнэ.  $R_t = \frac{A_t}{Y_t} \frac{\partial Y_t}{\partial A_t} \frac{\dot{A}_t}{A_t}$  буюу Solow үлдэгдэл нь эдийн засгийн өсөлтийн түвшинд бүтээмжийн оруулж байгаа хувь нэмрийг хэмжинэ.

Шинэ сонгодог үйлдвэрлэлийн функцийг нөхцөл ёсоор өргөжилтийн тогтмол үр өгөөжтэй, өөрөөр хэлбэл  $\alpha_{K,t} + \alpha_{L,t} = 1$  гэж үзэн тэнцэтгэлийн хоёр талаас  $\frac{\dot{L}_t}{L_t}$ -г хасвал

$$\begin{aligned} \frac{\dot{Y}_t}{Y_t} - \frac{\dot{L}_t}{L_t} &= \alpha_{K,t} \frac{\dot{K}_t}{K_t} + \alpha_{L,t} \frac{\dot{L}_t}{L_t} - \frac{\dot{L}_t}{L_t} + R_t \\ &= \alpha_{K,t} \frac{\dot{K}_t}{K_t} - \frac{\dot{L}_t}{L_t} (1 - \alpha_{L,t}) + R_t \\ &= \alpha_{K,t} \frac{\dot{K}_t}{K_t} - \alpha_{K,t} \frac{\dot{L}_t}{L_t} + R_t \end{aligned}$$

$$\frac{\dot{Y}_t}{Y_t} - \frac{\dot{L}_t}{L_t} = \alpha_{K,t} \left[ \frac{\dot{K}_t}{K_t} - \frac{\dot{L}_t}{L_t} \right] + R_t \quad (7.4)$$

хэлбэртэй болно. Тэнцэтгэлийн зүүн гар талын илэрхийлэл нэг ажилчинд ногдох гарцын өсөлтийн түвшин, баруун гар талын илэрхийлэл нэг ажилчинд ногдох капиталын өсөлтийн түвшин буюу тус бүрийнх нь өсөлтийн түвшний ялгавар учраас дараах байдлаар логарифм хэлбэрт бичиж болно,

$$\Delta \ln Y_t - \Delta \ln L_t = \alpha_{K,t} [\Delta \ln K_t - \Delta \ln L_t] + R_t \quad (7.5)$$

энэ хамаарлаас  $R_t$ -г үнэлэн олж авахад  $\ln Y_t$ ,  $\ln L_t$ , &  $\ln K_t$  буюу ДНБ, ажилчдын тоо болон капиталын хэмжээний тоон мэдээлэл хэрэгтэй болж байна.

### Капиталыг тооцох

Бусад хөгжиж буй орнуудын адил Монгол улсын хувьд улирлаар тооцсон капиталын хэмжээ боломжгүй байдаг учраас Khan and Montiel (1991)-ийн Бүлэг 9-д хэрэглэсэн дараах ялгаварт тэгшитгэлийн аргыг ашиглан тодорхойлъё.

Капитал хуримтлалын үндсэн дүрэм,

$$K_t = (1 - \delta) K_{t-1} + I_t \quad (7.6)$$

энд,  $\delta$ -элэгдлийн хувь,  $I_t$ - $t$  үед хийсэн хөрөнгө оруулалт. Дараалан орлуулах арга болон натурал логарифм хувиргалт хэрэглэвэл,

$$\begin{aligned} K_t &= (1 - \delta) [(1 - \delta) K_{t-2} + I_{t-1}] + I_t = (1 - \delta)^2 K_{t-2} + (1 - \delta) I_{t-1} + I_t \\ &\vdots \\ K_t &= \sum_{i=0}^{t-1} (1 - \delta)^i I_{t-i} + (1 - \delta)^t K_0 \\ \Rightarrow \ln K_t &= \ln \left[ \sum_{i=0}^{t-1} (1 - \delta)^i I_{t-i} + (1 - \delta)^t K_0 \right] \\ &\approx \ln 2 + \frac{1}{2} \left[ \ln \sum_{i=0}^{t-1} (1 - \delta)^i I_{t-i} + \ln [(1 - \delta)^t K_0] \right] \\ \ln K_t &= \ln 2 + \ln K_0 + \frac{1}{2} \ln \sum_{i=0}^{t-1} (1 - \delta)^i I_{t-i} + \frac{t}{2} \ln (1 - \delta) \end{aligned} \quad (7.7)$$

Тэгшитгэл (7.5)-д үзүүлснээр Solow үлдэгдлийг тооцоход  $\Delta \ln K_t$ -г хэрэглэх учраас тогтмол хэсэг болох  $(\ln 2 + \ln K_0)$  нийлбэрийг тооцох шаардлагагүй боловч үйлдвэрлэлийн хүчин зүйлсийн шинжилгээнд ашиглах зорилгоор  $\ln K_t$ -г тооцох хэрэгтэй, энд  $K_0 = 1$  гэж хялбарчилбал  $\ln K_0 = 0$  болно. Тиймээс, уг тогтмол хэсэг зөвхөн  $\ln 2$  болж хураангуйлаг-

дах ба ингэж үзэх нь капиталын улирлын хэлбэлзэлд ямар нэгэн нөлөө үзүүлэхгүй учраас мөчлөгийн шинжилгээнд ашиглаж болно.

### Капиталын элэгдлийг тооцох

Монгол улсын капиталын дундаж элэгдлийн түвшин,  $\delta$ -г тодорхойлоход Growth and Centre (2023)-ээс эрхлэн гаргадаг Penn World Table 10.01-г ашиглана. Уг тоон өгөгдлийн баазад Монгол улсын 1980-2019 онуудын жилээр хэмжигдсэн хувьсагчид байгаа учраас судалгаа хамарч байгаа хугацаа болох 2006-2019 онуудын капиталын хэмжээ болон жилийн дундаж элэгдлийн түвшинг ашиглан жигнэсэн дундажийн аргаар капиталын дундаж элэгдлийн түвшинг тодорхойлсон. 2006 оноос хойш капиталын элэгдлийн дундаж түвшин ойролцоогоор 5.06% байна.

### Solow үлдэгдлийн үнэлгээ

Капиталын элэгдлийн түвшин болон улирлын хэлбэлзлийг нь зассан хөрөнгө оруулалтын тоон өгөгдлийг ашиглан дээрх (7.7) томъёоллын хугацаанаас хамаарсан хувьсах хэсгийг тооцоолон улмаар капиталын өсөлтийн түвшин буюу логарифм ялгаврыг тооцсон. Үүний дараагаар (7.5) тэгшитгэлийг ХБКА-аар үнэлэхэд дараах үр дүн гарсан.

$$\Delta \ln \left( \frac{\widehat{Y}_t}{L_t} \right) = \underset{(0.000)}{0.7947} \Delta \ln \left( \frac{\tilde{K}_t}{L_t} \right)$$

Монгол улсын хувьд капиталын орлогын нийт орлогод эзлэх хувь ойролцоогоор 80% байх ба энэ үнэлэгдсэн утга статистикийн хувьд найдвартай байна.

Энэ үнэлэгдсэн загварын үлдэгдлийг тодорхойлон онолын тайлбар ёсоор бүтээмжийн буюу технологийн дэвшлийг хэмжих Solow үлдэгдэл гэсэн нэртэй хугацааны цувааг олж авна.

## 8 Хавсралт 2. RBC загварын тавил болон шийд

### Загварын урьдчилсан нөхцөл

Хангалттай олон  $N$  тооны ижилхэн өрх гэрүүд эдийн засагт байх ба дараах хэлбэрийн функцээр өгөгдөх насан туршийн ханамжаа төсвийн хязгаарлалтын хүрээнд хамгийн их байлгадаг.

$$\begin{aligned} \max \mathbb{E}_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left( \ln c_t - \frac{\ell_t^{1+\varphi}}{1+\varphi} \right), \quad 0 < \beta < 1, \quad \varphi > 0 \\ \text{s.t } c_t + k_{t+1} = W_t \ell_t + (R_t + 1 - \delta) k_t + \pi_t, \quad 0 < \delta < 1 \end{aligned} \quad (8.1)$$

энд,  $\pi_t$ -пүүсээс өрх гэрт төлж буй ашгийн хэмжээг тэмдэглэнэ.

Эцсийн үйлдвэрлэл,  $Y_t$ -г төгс өрсөлдөөнт пүүсүүд орлуулалтын тогтмол мэдрэмжтэй завсрын бүтээгдэхүүний багцыг ашиглан үйлдвэрлэнэ,

$$Y_t = \left( \int_0^1 y_t(i)^{\frac{1}{\mu}} di \right)^{\mu}, \quad \mu > 1 \quad (8.2)$$

Эцсийн бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэгч пүүсүүд завсрын бүтээгдэхүүнийг  $p_t(i)$  үнээр завсрын бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэгч пүүсээс,  $i \in [0, 1]$ , худалдан авна. Завсрын бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэгч пүүсүүд монопольт өрсөлдөөнт ба үнэ тогтоох хүчээ ашиглан  $p_t(i)$  үнэ болон  $y_t(i)$  үйлдвэрлэлийн хэмжээг сонгоно.

Завсрын бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэгч пүүсүүд өргөжилтийн тогтмол үр өгөөжтэй, Cobb-Douglas хэлбэрийн үйлдвэрлэлийн функцтэй

$$y_t(i) = z_t k_t(i)^{\alpha} \ell_t(i)^{1-\alpha}, \quad 0 < \alpha < 1 \quad (8.3)$$

байх ба капиталын өгөөжийн түвшин буюу бодит хүүгийн түвшин  $R_t$  болон цалингийн түвшин  $W_t$ -г хүлээн авагч байна гэж үзнэ.

Нийт хэрэглээ  $C_t = c_t L_t$ , нийт капиталын өртөг  $K_t = k_t L_t$  ба нийт хөдөлмөр  $L_t = \ell_t L_t$  гэж тэмдэглэвэл хүчин зүйлсийн зах зээлийн тэнцвэр дээр  $K_t = \int_0^1 k_t(i) di$  болон  $L_t = \int_0^1 \ell_t(i) di$  байна.

### Төлөөлөгч өрх гэрийн бодлого болон шийд

Төлөөлөгч өрх гэрийн шийдэх насан туршийн ханамжийг төсвийн хязгаарлалтын хүрээнд хамгийн их байлгах бодлогын Lagrangian функц дараах хэлбэртэй байна:

$$\mathcal{L} = \mathbb{E}_0 \left\{ \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left( \ln c_t - \frac{\ell_t^{1+\varphi}}{1+\varphi} \right) + \sum_{t=0}^{\infty} \lambda_t [W_t \ell_t + (R_t + 1 - \delta) k_t + \pi_t - c_t - k_{t+1}] \right\} \quad (8.4)$$



Уг бодлогын I эрэмбийн нөхцлүүдийг олбол,

$$\begin{aligned}
c_t : & \beta^t c_t^{-1} - \lambda_t = 0 \\
\ell_t : & -\beta^t \ell_t^\varphi + \lambda_t W_t = 0 \\
k_{t+1} : & -\lambda_t + \mathbb{E}_t \{ \lambda_{t+1} (R_{t+1} + 1 - \delta) \} = 0
\end{aligned} \tag{8.5}$$

Эхний 2 нөхцлөөс,

$$c_t \ell_t^\varphi = W_t \tag{8.6}$$

гэсэн үр дүнг олж авах ба энэ нь өрх гэрийн бодит цалинг орлуулах ахиу түвшин хөдөлмөрийн нийлүүлэлтийн статик нөхцөлтэй тэнцүү байна гэдгийг илэрхийлнэ. Эхний болон сүүлийн нөхцлөөс энэ бодлогын Euler тэгшитгэл

$$c_t^{-1} = \beta \mathbb{E}_t \{ c_{t+1}^{-1} (R_{t+1} + 1 - \delta) \} \tag{8.7}$$

## Төлөөлөгч пүүсийн бодлого болон шийд

### Зардлын функц

Үйлдвэрлэгч бүрийн зардлын функц оновчлолын бодлогоор тодорхойлогдоно.

$$\begin{aligned}
TC(y) & \equiv \min_{k, \ell} [Rk + W\ell] \\
\text{s.t } & zk^\alpha \ell^{1-\alpha} = y
\end{aligned} \tag{8.8}$$

Энэ бодлогын Lagrangian функц,

$$\mathcal{L} = Rk + W\ell + \lambda (y - zk^\alpha \ell^{1-\alpha}) \tag{8.9}$$

байх ба оновчлолын нөхцлийг тодорхойлох I эрэмбийн нөхцлүүд:

$$\begin{aligned}
k : & R = \lambda \alpha z k^{\alpha-1} \ell^{1-\alpha} \\
\ell : & W = \lambda (1 - \alpha) z k^\alpha \ell^{-\alpha}
\end{aligned} \tag{8.10}$$

эндээс хүчин зүйлс тус бүрийн зардлыг олбол,

$$\begin{aligned}
Rk & = \lambda \alpha z k^\alpha \ell^{1-\alpha} = \lambda \alpha y \\
W\ell & = \lambda (1 - \alpha) z k^\alpha \ell^{1-\alpha} = \lambda (1 - \alpha) y
\end{aligned} \tag{8.11}$$

болох ба эдгээрийг нэмэн  $y$  бүтээгдэхүүнийг үйлдвэрлэх хамгийн бага зардал буюу зардлын функц:

$$\begin{aligned}
TC(y) & \equiv \lambda \alpha y + \lambda (1 - \alpha) y \\
& = \cancel{\lambda \alpha y} + \lambda y - \cancel{\lambda \alpha y} = \lambda y
\end{aligned} \tag{8.12}$$

болно. Иймээс, ахиу зардал тогтмол,  $mc = TC'(y) = \lambda$ , үйлдвэрлэлийн хэмжээ  $y$ -аас хамааралгүй байна. Ахиу зардал Lagrangian үржүүлэгчтэй тэнцүү яагаад гэвэл ахиу зардал

гэдэг нь үйлдвэрлэлийн хэмжээг хангалттай бага хэмжээгээр нэмэгдүүлэхэд шаардлагатай зардлын өсөлт байдаг.  $\lambda$ -г олохын тулд (8.11) тэгшитгэлүүдийг ашиглая,

$$\begin{aligned} (Rk)^\alpha &= (\lambda\alpha y)^\alpha \\ (W\ell)^{1-\alpha} &= [\lambda(1-\alpha)y]^{1-\alpha} \end{aligned} \quad (8.13)$$

харгалзан үржүүлбэл,

$$\begin{aligned} (Rk)^\alpha (W\ell)^{1-\alpha} &= (\lambda\alpha y)^\alpha [\lambda(1-\alpha)y]^{1-\alpha} \\ &= \cancel{(\lambda y)^\alpha} \alpha^\alpha (\lambda y) \cancel{(\lambda y)^{-\alpha}} (1-\alpha)^{1-\alpha} \\ &= \lambda\alpha^\alpha (1-\alpha)^{1-\alpha} y \end{aligned} \quad (8.14)$$

энд  $y = zk^\alpha \ell^{1-\alpha}$  байдаг гэдгийг ашиглавал,

$$\begin{aligned} R^\alpha W^{1-\alpha} \cancel{zk^\alpha \ell^{1-\alpha}} &= \lambda\alpha^\alpha (1-\alpha)^{1-\alpha} yz \\ R^\alpha W^{1-\alpha} &= \lambda\alpha^\alpha (1-\alpha)^{1-\alpha} z \end{aligned} \quad (8.15)$$

болох ба эндээс Lagrangian үржүүлэгч  $\lambda$ ,

$$\lambda = \left(\frac{R}{\alpha}\right)^\alpha \left(\frac{W}{1-\alpha}\right)^{1-\alpha} \frac{1}{z} \quad (8.16)$$

байна. Тиймээс, зардлын функц болон ахиу зардал,

$$\begin{aligned} TC(y) &= \lambda y = \left(\frac{R}{\alpha}\right)^\alpha \left(\frac{W}{1-\alpha}\right)^{1-\alpha} \frac{y}{z} \\ mc &= \lambda = \left(\frac{R}{\alpha}\right)^\alpha \left(\frac{W}{1-\alpha}\right)^{1-\alpha} \frac{1}{z} \end{aligned} \quad (8.17)$$

байна.

### Монополийн тогтоох үнэ

$p(i)$  үнийг өгөгдсөн гэж аван эцсийн бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэгч  $y(i)$  багцыг  $Y = \int_0^1 p(i) y(i) di$  ашгийг  $Y = \left(\int_0^1 y(i)^{\frac{1}{\mu}} di\right)^\mu$  үйлдвэрлэлийн функцийг хязгаарлалттайгаар хамгийн их байхаар сонгоно. Өөрөөр хэлбэл, дараахыг хамгийн их байхаар  $y(i)$  багцыг сонгоно:

$$\pi = \left(\int_0^1 y(i)^{\frac{1}{\mu}} di\right)^\mu - \int_0^1 p(i) y(i) di \quad (8.18)$$

$i \in [0, 1]$  тус бүрийн хувьд оновчлолын I эрэмбийн нөхцөл:

$$\begin{aligned}
\frac{\partial \pi}{\partial y(i)} &= \mu \left( \int_0^1 y(i)^{\frac{1}{\mu}} di \right)^{\mu-1} \frac{1}{\mu} y(i)^{\frac{1-\mu}{\mu}} - p(i) = 0 \\
\frac{\left( \int_0^1 y(i)^{\frac{1}{\mu}} di \right)^{\mu}}{\left( \int_0^1 y(i)^{\frac{1}{\mu}} di \right)} y(i)^{\frac{1-\mu}{\mu}} &= p(i) \\
\frac{Y}{Y^{\frac{1}{\mu}}} y(i)^{\frac{1-\mu}{\mu}} &= p(i) \\
Y^{\frac{\mu-1}{\mu}} y(i)^{\frac{1-\mu}{\mu}} &= p(i)
\end{aligned} \tag{8.19}$$

Эндээс нь завсрын бүтээгдэхүүн тус бүрийн эрэлтийн муруй,

$$y(i) = p(i)^{-\frac{\mu}{1-\mu}} Y \tag{8.20}$$

байна гэж гарна. Завсрын бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэгч бүр зах зээлийн хүчээ ашиглан ашгаа хамгийн их байхаар  $p(i)$  үнэ сонгоно:

$$\begin{aligned}
\pi(i) &\equiv \max_{p(i)} [(p(i) - mc) y(i)] \\
\text{s.t } y(i) &= p(i)^{-\frac{\mu}{\mu-1}} Y
\end{aligned} \tag{8.21}$$

Ашгийн функцэд хязгаарлалтын нөхцлөө орлуулан I эрэмбийн нөхцлийг тодорхойлбол:

$$\begin{aligned}
\pi(i) &= (p(i) - mc) p(i)^{-\frac{\mu}{\mu-1}} Y = p(i)^{1-\frac{\mu}{\mu-1}} Y - mc \cdot p(i)^{-\frac{\mu}{\mu-1}} Y \\
\Rightarrow \frac{\partial \pi(i)}{\partial p(i)} &= -\frac{1}{\mu-1} p(i)^{-\frac{\mu}{\mu-1}} Y + \frac{\mu}{\mu-1} mc \cdot Y p(i)^{-\frac{\mu}{\mu-1}-1} = 0 \\
0 &= -\frac{1}{\mu-1} Y \cdot p(i)^{-\frac{\mu}{\mu-1}} \left[ 1 - \mu \cdot mc \cdot p(i)^{-1} \right] \\
p(i) &= \mu \cdot mc
\end{aligned} \tag{8.22}$$

Тэгш хэмт тэнцвэр дээр бүх  $i$ -ийн хувьд  $p_t(i) = p_t$  гэсэн үнэтэй байна. Өмнөх зардлыг хамгийн бага байлгах бодлогын оновчлолын нөхцөл (8.14)-ээс ахиу зардал нь хүчин зүйлс тус бүрийн үнэ болон тэдгээрийн ахиу бүтээгдэхүүний харьцаа байна,

$$mc_t = \frac{W_t}{(1-\alpha) z_t k_t^\alpha \ell_t^{1-\alpha}} = \frac{R_t}{\alpha z_t k_t^{\alpha-1} \ell_t^{1-\alpha}} \tag{8.23}$$

$p_t = \mu \cdot mc_t$  гэсэн үр дүнгээ орлуулбал:

$$\begin{aligned}
W_t &= \frac{p_t}{\mu} (1-\alpha) z_t k_t^\alpha \ell_t^{1-\alpha} = (1-\alpha) \frac{p_t y_t}{\mu \ell_t} \\
R_t &= \frac{p_t}{\mu} \alpha z_t k_t^{\alpha-1} \ell_t^{1-\alpha} = \alpha \frac{p_t y_t}{\mu k_t}
\end{aligned} \tag{8.24}$$

болно.

## Нийт хувьсагчид болон зах зээлийн тэнцвэр

Бүх  $i$ -ийн хувьд  $p_t(i) = p_t$  гэдгээс завсрын бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэгч бүрийн эрэлтийн муруйнаас үйлдвэрлэгч мөн адил бүх  $i$ -ийн хувьд  $y_t(i) = y_t$  эрэлттэй байна. Тиймээс, эцсийн бүтээгдэхүүний үйлдвэрлэлийн функц,

$$Y_t = \left( \int_0^1 y_t^{\frac{1}{\mu}} di \right)^{\mu} = y_t \quad (8.25)$$

буюу эрэлтийн муруйд орлуулбал

$$\begin{aligned} y_t &= p_t^{-\frac{\mu}{\mu-1}} Y_t \\ &= p_t^{-\frac{\mu}{\mu-1}} y_t \\ \Rightarrow p_t^{-\frac{\mu}{\mu-1}} &= 1 \\ p_t &= 1 \end{aligned} \quad (8.26)$$

Энэ үр дүн нь мөн төгс өрсөлдөөнт эцсийн бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэгч 0 ашигтай байна гэдгийг илэрхийлнэ.  $p_t = 1$  байгаа үед хүчин зүйлс тус бүрийн эрэлт дараах хэлбэртэй хялбарчлагдана,

$$\begin{aligned} W_t &= \frac{1-\alpha}{\mu} z_t k_t^{\alpha} \ell_t^{-\alpha} = \frac{1-\alpha}{\mu} \frac{y_t}{\ell_t} \\ R_t &= \frac{\alpha}{\mu} z_t k_t^{\alpha-1} \ell_t^{1-\alpha} = \frac{\alpha}{\mu} \frac{y_t}{k_t} \end{aligned} \quad (8.27)$$

Энэ үр дүнг төлөөлөгч өрхийн оновчтой байдлын нөхцөл, (8.6) болон (8.7)-д орлуулбал,

$$\begin{aligned} c_t \ell_t^{\varphi} &= \frac{1-\alpha}{\mu} z_t k_t^{\alpha} \ell_t^{-\alpha} \\ c_t^{-1} &= \beta \mathbb{E}_t \left\{ c_{t+1}^{-1} \left( \frac{\alpha}{\mu} z_t k_t^{\alpha-1} \ell_t^{1-\alpha} + 1 - \delta \right) \right\} \end{aligned} \quad (8.28)$$

болно.

Бүтээгдэхүүний зах зээлийн тэнцвэрийн нөхцлийг олж авахын тулд эхлээд завсрын бүтээгдэхүүний ашиг болон хүчин зүйлс тус бүрийн үнэ

$$\begin{aligned} \pi_t &= (p_t - m c_t) y_t = \left( p_t - \frac{p_t}{\mu} \right) y_t = \frac{\mu-1}{\mu} y_t \\ W_t \ell_t &= \frac{1-\alpha}{\mu} y_t \\ R_t k_t &= \frac{\alpha}{\mu} y_t \end{aligned} \quad (8.29)$$

Эндээс, төлөөлөгч өрхийн нийт орлого,

$$W_t \ell_t + R_t k_t + \pi_t = \frac{1-\alpha}{\mu} y_t + \frac{\alpha}{\mu} y_t + \frac{\mu-1}{\mu} y_t = y_t \quad (8.30)$$

болно. Тиймээс, бүтээгдэхүүний зах зээлийн тэнцвэрийн нөхцөл ердийнхөөр

$$c_t + k_{t+1} = y_t + (1 - \delta) k_t = z_t k_t^\alpha \ell_t^{1-\alpha} + (1 - \delta) k_t \quad (8.31)$$

байна.

### Загварын шийд

Загварыг шийдэхийн өмнө эхлээд дараах 3 тэгшитгэлийн системийг шийдэх хэрэгтэй болно:

$$\begin{aligned} c_t \ell_t^\varphi &= \frac{1 - \alpha}{\mu} z_t k_t^\alpha \ell_t^{-\alpha} \\ c_t^{-1} &= \beta \mathbb{E}_t \left\{ c_{t+1}^{-1} \left( \frac{\alpha}{\mu} z_t k_t^{\alpha-1} \ell_t^{1-\alpha} + 1 - \delta \right) \right\} \\ c_t + k_{t+1} &= y_t + (1 - \delta) k_t = z_t k_t^\alpha \ell_t^{1-\alpha} + (1 - \delta) k_t \end{aligned} \quad (8.32)$$

$z_t$  стохастик процессыг тодорхойлсноор  $c_t$ ,  $\ell_t$  болон  $k_t$ -ийн улмаар  $y_t$  тэнцвэрийг ердийн аргаар олж болно. Эдгээр шийдийг ашиглан  $W_t$ ,  $R_t$  болон  $\pi_t$ -г хүчин зүйлсийн орлогын илэрхийллээс тодорхойлж чадна:

$$\begin{aligned} W_t &= \frac{1 - \alpha}{\mu} \frac{y_t}{\ell_t} \\ R_t &= \frac{\alpha}{\mu} \frac{y_t}{k_t} \\ \pi_t &= \frac{\mu - 1}{\mu} y_t \end{aligned} \quad (8.33)$$

### Загварын тогтвортой төлөв

Тогтмол бүтээмжийн түвшин,  $\bar{z}$ -тэй стохастик бус тэнцвэр дээр Euler тэгшитгэлээс,

$$1 = \beta (\bar{R} + 1 - \delta) \quad \Rightarrow \quad \bar{R} = \rho + \delta, \quad \rho \equiv \frac{1}{\beta} - 1 \quad (8.34)$$

Капиталын орлогын эзлэх хувийн жингээс капитал болон гарцын харьцаа

$$\frac{\bar{k}}{\bar{y}} = \frac{\alpha}{\mu} \frac{1}{\bar{R}} = \frac{\alpha}{\rho + \delta} \frac{1}{\mu} \quad (8.35)$$

Үйлдвэрлэлийн функцээс капитал болон хөдөлмөрийн харьцаа

$$\frac{\bar{k}}{\bar{\ell}} = \left( \frac{\alpha}{\rho + \delta} \frac{\bar{z}}{\mu} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} \quad (8.36)$$

Дундаж бүтээгдэхүүн

$$\frac{\bar{y}}{\bar{\ell}} = \bar{z}^{\frac{1}{1-\alpha}} \left( \frac{\alpha}{\rho + \delta} \frac{1}{\mu} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} \quad (8.37)$$

Хөдөлмөрийн орлогын эзлэх хувиас цалин

$$\bar{W} = \frac{1 - \alpha \bar{y}}{\mu \bar{\ell}} = (1 - \alpha) \left( \frac{\bar{z}}{\mu} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} \left( \frac{\alpha}{\rho + \delta} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} \quad (8.38)$$

Бүтээгдэхүүний зах зээлийн тэнцвэржих нөхцлөөс хэрэглээ болон гарцын харьцаа

$$\frac{\bar{c}}{\bar{y}} = 1 - \delta \frac{\bar{k}}{\bar{y}} = \frac{(\rho + \delta) \mu - \alpha \delta}{(\rho + \delta) \mu} \quad (8.39)$$

Хөдөлмөрийг тодорхойлохын тулд эхлээс хөдөлмөрийн зах зээлийн тэнцвэржих нөхцлийг дараах хэлбэрт хувиргана,

$$\bar{\ell}^\varphi \bar{c} = \bar{W} = \frac{1 - \alpha \bar{y}}{\mu \bar{\ell}} \quad (8.40)$$

эндээс, 1

$$\begin{aligned} \bar{\ell}^{1+\varphi} &= \frac{1 - \alpha \bar{y}}{\mu \bar{c}} = \frac{1 - \alpha}{\mu} \left( \frac{(\rho + \delta) \mu}{(\rho + \delta) \mu - \alpha \delta} \right) \\ \bar{\ell} &= \left( \frac{(1 - \alpha) (\rho + \delta)}{(\rho + \delta) \mu - \alpha \delta} \right)^{\frac{1}{1+\varphi}} \end{aligned} \quad (8.41)$$

Одоо энэ хөдөлмөрийн тогтвортой төлвийн утгыг ашиглан гарцын тогтвортой төлөв,  $\bar{y}$ -г олж болно:

$$\bar{y} = \bar{z}^{\frac{1}{1-\alpha}} \left( \frac{\alpha}{\rho + \delta} \frac{1}{\mu} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} \bar{\ell} = \bar{z}^{\frac{1}{1-\alpha}} \left( \frac{\alpha}{\rho + \delta} \frac{1}{\mu} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} \left( \frac{(1 - \alpha) (\rho + \delta)}{(\rho + \delta) \mu - \alpha \delta} \right)^{\frac{1}{1+\varphi}} \quad (8.42)$$

Үүнтэй адилаар капиталын тогтвортой төлөв,  $\bar{k}$ ,

$$\bar{k} = \left( \frac{\alpha}{\rho + \delta} \frac{\bar{z}}{\mu} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} \bar{\ell} = \left( \frac{\alpha}{\rho + \delta} \frac{\bar{z}}{\mu} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} \left( \frac{(1 - \alpha) (\rho + \delta)}{(\rho + \delta) \mu - \alpha \delta} \right)^{\frac{1}{1+\varphi}} \quad (8.43)$$

хэрэглээний тогтвортой төлөв,  $\bar{c}$ ,

$$\bar{c} = \left( \frac{(\rho + \delta) \mu - \alpha \delta}{(\rho + \delta) \mu} \right) \bar{y} \quad (8.44)$$

ашгийн тогтвортой төлөв,  $\bar{\pi}$ ,

$$\bar{\pi} = \frac{\mu - 1}{\mu} \bar{y} \quad (8.45)$$

байна.