# БАНКНЫ БАЙГУУЛЛАГЫН ҮЙЛ АЖИЛЛАГААНЫ ОНОВЧТОЙ ХУВИЛБАР

*Ү. БАДАМ*

Энэхүү ажилд амьдрах чадварын онолыг үндэслэн актив, пассивт төлөх хүүгийн хэмжээг оновчлох замаар арилжааны банкны амьдрах чадварыг дээшлүүлэх, мөн зохимжтой удирдлагын онолын арга аппаратыг ашиглан төв банкнаас мөнгөний массын хэмжээ болон эрсдлийн сангийн нормативыг оновчтой тогтооход чиглэсэн 2 бодлогыг томъёолон тавьж оновчтой шийдийг олох арга хандлагыг нь тодорхойлж өгөв.

## Оршил

Банкны систем ба түүний үйл ажиллагаа нь асар олон талтай, олон хүчин зүйлээс харилцан хамааралтай нүсэр тогтолцоог бий болгож байдаг байна. Тухайлбал, үнэ ханш, инфляц, хадгаламж, зээлийн хүүгийн хэлбэлзлээс авахуулаад үндэсний орлого, хөрөнгө оруулалт, мөнгөний эрэлт, нийлүүлэлтийн өсөлт бууралт, мөнгөний урсгалын өөрчлөлт зэрэг эдийн засгийн тулгуур үзүүлэлтүүдийг төрийн нийгэм-эдийн засаг, санхүү- мөнгөний бодлоготой уялдуулан авч үзэж бүхнийг тооцсон оновчтой шийдвэр гаргах гэж оролдох нь ямарч судлаач, эдийн засагчдын хувьд хараахан боломжгүй зүйл юм. Тийм ч учраас мөнгөний эрэлт нийлүүлэлт болон эдийн засгийн бусад олон тулгуур асуудлууд дээр монетаристууд болон шинэ Кейнсчүүдийн үзэл баримтлал зөрүүтэй байдаг нь санамсаргүй зүйл биш бололтой.

Иймд хязгаарлагдмал нөөц бололцооны хүрээнд байх боломжтой олон хувилбар шийдүүдийн дотроос аль нэгэн утгаараа хамгийн оновчтой тэр шийдийг сонгох боломжийг олгодог орчин үеийн математик загварчлалын болон оновчлолын аргуудыг банкны системийн үйл ажиллагааг оновчлоход өргөн хэрэглэх нь онол, практикийн талаасаа ихээхэн сонирхол татсан асуудал болж тавигдах ёстой. Гэвч дээрхи асуудлыг цогцолбороор нь харилцан уялдаа холбоонд нь илэрхийлж чадах математик загварыг боловсруулах бараг боломжгүй бөгөөд боломжтой байлаа ч түүнийг шийдэх зохистой аргуудыг шинжлэх ухаанд өнөөдөр хараахан би болгож чадаагүй байна.

Ийм учраас банкны системд оновчлолыг явуулахдаа түүний үйл ажиллагааны аль нэг таатай орчинд нь тодорхой нэг үзүүлэлтээр оновчлолыг гүйцэтгэж гарсан шийдэд нь чанарын шинжилгээ хийж байх нь зүйтэй болов уу гэсэн санаа бидэнд төрсөн юм. Энэ санаагаа хэрэгжүүлэх зорилгоор бид энэхүү бүтээлдээ арилжааны банкны амьдрах чадварыг дээшлүүлэх төв банкны мөнгөний массын удирдлагыг оновчлоход чиглэсэн 2 бодлогыг авч үзэж байгаа юм.

1. Арилжааны банкны амьдрах чадварыг дээшлүүлэх нэгэн бодлого.

1.1. Амьдрах чадварын тухай ойлголт.

* Энэ судалгааны ажил нь Монгол улсад банкны тогтолцоо үүсэж хөгжсөний 80 жилийн ойн судалгааны ажлын уралдаанд шалгарсан болно.

«Амьдрах чадвар» гэдгийг гаднаас нөлөөлөх элдэв тааламжгүй үйлчлэлийн эсрэг аливаа системийн сөрөг зогсож чадах чадвар гэж тодорхойлсон байдаг [1].

Амьдрах чадварын онол эртний түүхтэй ч удирдлагат процессын онолд цоо шинэ чиглэл болж гарч ирсэн энэхүү онолын үндсийг анх 1988 онд Оросын эрдэмтэн профессор Л.Т. Ащепков өөрийнхөө [1] ажилдаа дэвшүүлж тавьсан юм.

Эколог, эдийн засаг, техник, технологт тааралддаг үй олон тооны системүүд нь байнгын таагүй  нөлөөлөлд их, бага ямар нэг хэмжээгээр өртсөн ч өөрийнхөө үүрэг зорилтыг найдвартай үйл ажиллагааны өндөр, хэм хэмжээнд гүйцэтгэж байх ёстой гэсэн шаардлагаас улбаалан ийм онол үүссэн түүхтэй.

Сүүлийн жилүүдэд Орос, Монголын эрдэмтдийн хүчээр энэ чиглэлийн судалгаа нилээд эрчимжиж байна [2]-[7].

Амьдрах чадварын асуудлыг математик томъёололд оруулахын тулд төлөв байдлын хувьсагч $x$, удирдлагын хувьсагч $u$, өдөөлт буюу нөлөөлөгч хүчин зүйлийн хувьсагч $\upsilon$ гэсэн 3 бүлэг хувьсагчдыг оруулж ирдэг. Тэгээд эдгээр хувьсагчдыг харгалзан ямар нэг функционал юмуу эсвэл төгсгөлөг хэмжээст огторгуйн дэд олонлогууд болох $X,U,V$ олонлогийн элементүүд гэж үздэг. Дараа нь тухайн системийн амьдрах чадвар гэдгийг ямар утгаар ойлговол зохих вэ? гэдгээ тодруулах зорилгоор $P = X \times U \times V$ олонлог дээр тодорхойлогдсон $F$ оператор, түүний авах утгуудын $Q$ олонлогийг оруулж ирэх замаар системийн зорилгыг

$$F(x,u,\upsilon) \in Q,\ \forall (x,u,\upsilon) \in P \tag{1.1}$$

гэсэн агуулагдалтын хэлбэрээр тодорхойлж өгдөг. Тэгээд удирдлагын $u$, өдөөлтийн $\upsilon$ параметрийн хооронд зохих харгалзаа тогтоох үүднээс $u \in U$ байх дурын бэхлэгдсэн $u$-ийн хувьд $V(u) \subset V$ байх $V(u)$ олонлогийг

$$V(u) = \{\upsilon \in V : F(x,u,\upsilon) \in Q, \forall x \in X\} \tag{1.2}$$

хэлбэрээр байгуулдаг. $V(u)$ олонлогийг аюулгүй өдөөлтийн олонлог гэж нэрлэдэг бөгөөд түүний хэмжээс хичнээн өргөн байх тутам системийн амьдрах чадвар төчнөөн өндөр байх нь тодорхой. үүний чанарын үнэлгээ нь $V(u)$ ба $V$ олонлогийг ямар нэг тоон үзүүлэлтээр харьцуулах замаар хийгдэх ёстой. Нилээд тохиромжтой ийм үзүүлэлтүүдийн нэг нь эдгээр олонлогуудын хэмжээс болох учраас $u \in U$ байх $u$ удирдлага бүрт аюулгүй өдөөлтийн олонлогийн хэмжээс болох $\mu(V(u))$ тоог харгалзуулая. Одоо $V(u)$ ба $V$ олонлогуудыг харьцуулахын тулд

$$J(u) = \mu(V(u)) / \mu(V) \tag{1.3}$$

гэсэн бодит функцийг оруулж ирье. $J(u): U \to [0,1]$ функц нь $u$ удирдлагын сонголтоор сөрөг нөлөөлөл болох өдөөлтийг саармагжуулах чанарыг илэрхийлж байгаа юм. Хэрэв $J(u) = 1$ бол $\mu(V(u)) = \mu(V)$ болох ба $u$ удирдлага нь бараг бүх өдөөлтийг саармагжуулна. $J(u) = 0$ үед $\mu(V) = 0$ болж тухайн өгөгдсөн $u$ удирдлагын хувьд системийн зорилго нь бараг бүх өдөөлтийн хувьд зөрчигдөнө. Эндээс үзэхэд $J(u)$ нь системийн амьдрах чадварын үзүүлэлт болж байгаа юм. Түүний утга нэгд хичнээн ойрхон байна системийн амьдрах чадвар төдийчинээ өндөр, харгалзах удирдлага нь төдийчинээ сайн байна. Ийнхүү системийн амьдрах чадварыг хангах хамгийн сайн удирдлага нь

$$J(u) \Rightarrow \max,\ \ u \in U$$

гэсэн экстремаль бодлогын шийд болж тодорхойлогдоно.

## 1.2. Банкны амьдрах чадварыг дээшлүүлэх бодлогын томъёолол ба бодох арга

“Амьдрах чадвар” гэдэг үг жинхэнэ утгаараа “оршин тогтнох” гэдэг ойлголттой дүйцэж байдаг тийм тогтолцоо бүхий аж ахуйн нэгжийн үйл ажиллагааны амьдрах чадварыг судлая. Тухайлбал арилжааны банкийг авъя. Түүний үйл ажиллагааны гол үзүүлэлт нь актив, пассивын хэм хэмжээгээр

* Энэ судалгааны ажил нь Монгол улсад банкны тогтолцоо үүсэж хөгжсөний 80 жилийн ойн судалгааны ажлын уралдаанд шалгарсан болно.

тодорхойлогдож байдаг. Актив, пассив хэмээх ухагдахуунуудад багтдаг гол гол хүчин зүйлсийг доорхи хүснэгтэд тусгав.

Хүснэгт

| Актив | Пассив |
|---|---|
| 1. Банкны бэлэн мөнгөний нөөц<br>2. Төв банкны үнэт цаас<br>3. Гадаад актив (гадаад дахь харилцааны данс, үнэт цаас, хадгаламж)<br>4. Засгийн газраас авах авлага<br>5. Аж ахуйн нэгжээс авах авлага<br>6. Дотоодын банкнаас авах авлага<br>7. үндсэн хөрөнгө<br>8. Алдагдал<br>г.м. | 1. Хадгаламж<br>2. Төв банкнаас авсан зээл<br>3. Гадаад пассив (гадаадаас авсан зээл хөрөнгө)<br>4. Засгийн газрын хадгаламж<br>5. Харилцагчдын харилцах дансны үлдэгдэл<br>6. Дотоодын банкуудад өгөх өглөг<br>7. Дурмийн сан<br>8. Ашиг<br>г.м. |

Аливаа банк бий болоход тавигдах эхний шаардлага нь дүрмийн сан нь тогтоосон хэмжээнээс их байх явдал юм.

Амьдрах чадварын онолын үүднээс банкны бүтэцэд хандвал:

систем – арилжааны банк

системийн төлөв – актив, пассивын хэмжээ

өдөөлтийн олонлог – 1. Улс төр эдийн засгийн тогтворгүй байдал (татварын өндөр түвшин, инфляц г.м); 2. Төрөл бүрийн алдагдалууд (харилцагч зээлээ төлж чадахгүй байх явдал, хандив, үнэт цаасны үнийн уналт, дээрэм г.м)

удирдлага – аж ахуйн зардлыг багасгаж, тухайн өдөөлтийн үйлчлэлээс хамаарч актив нь пассиваасаа их байхаар зээлийн хүү, хадгаламжийн хүүг тогтоох гэх мэт.

Банкны $k$ онд олох ашгийг $A^k$, хүүгийн зөрүүд ирэх мөнгөний хэмжээг $\widetilde{x}^k$, нийт алдагдлыг $\widetilde{D}^k$ гэж тэмдэглэвэл $A^k = \widetilde{x}^k - \widetilde{D}^k$ болно.

Системийн зорилгыг $(k+1)$ дүгээр жилд олох банкны ашиг $k$ оныхоосоо буурахгүй байна гэсэн шаардлагаар, өөрөөр хэлбэл

$$A^{k+1} \geq A^k + \nu A^k \tag{1.4}$$

гэж авъя.

Тэгээд $(k+1)$ онд актив, пассивт төлөх хүүгийн зөрөө тодорхой биш байх нөхцөлийг

$$\widetilde{x}^{k+1} = \sum_{i=1}^{m} \widetilde{\alpha}_i^{k+1} A_i^{k+1} - \sum_{i=1}^{m} \widetilde{\beta}_j^{k+1} Ï_j^{k+1} \tag{1.5}$$

гэж илэрхийлье. Энд $A_i^{k+1}$, $Ï_j^{k+1}$ $(i=\overline{1,m}\,;\, j=\overline{1,r})$ нь харгалзан тухайн онд банкинд байгаа актив, пассивын үзүүлэлтүүдийг заах бөгөөд $\widetilde{\alpha}_i^{k+1}$, $\widetilde{\beta}_j^{k+1}$ нь эдгээрт төлөгдөх хүүгийн хэмжээг тодорхойлж өгдөг. Мөн $(k+1)$ онд банкинд гарах алдагдал тодорхой биш байх учир түүнийг

$$\widetilde{D}^{k+1} = \sum_{s=1}^{l} \widetilde{a}_s^{k+1} \tag{1.6}$$

гэж бичиж болно. Ингээд $\widetilde{\alpha}_i^{k+1}$, $\widetilde{\beta}_j^{k+1}$, $\widetilde{a}_s^{k+1}$ тоонуудын өөрчлөгдөх дээд, доод хязгаарыг мэдэгдэж байгаа гэж үзээд

$$\underline{\alpha}_i^{k+1} \leq \widetilde{\alpha}_i^{k+1} \leq \overline{\alpha}_i^{k+1};\ \underline{\beta}_j^{k+1} \leq \widetilde{\beta}_j^{k+1} \leq \overline{\beta}_j^{k+1};\ \underline{a}_s^{k+1} \leq \widetilde{a}_s^{k+1} \leq \overline{a}_s^{k+1}$$

гэсэн илэрхий тэнцэтгэлбишүүдийг бичье.

Тэгээд

* Энэ судалгааны ажил нь Монгол улсад банкны тоголцоо үүсэж хөгжсөний 80 жилийн ойн судалгааны ажлын уралдаанд шалгарсан болно.

$$\widetilde{\alpha}_i^{k+1} = \underline{\alpha}_i^{k+1} + u_{1i}^{k+1}(\overline{\alpha}_i^{k+1} - \underline{\alpha}_i^{k+1});$$
$$\widetilde{\beta}_j^{k+1} = \underline{\beta}_j^{k+1} + u_{2j}^{k+1}(\overline{\beta}_j^{k+1} - \underline{\beta}_j^{k+1}); \ \widetilde{a}_s^{k+1} = \underline{a}_s^{k+1} + \upsilon_s^{k+1}(\overline{a}_s^{k+1} - \underline{a}_s^{k+1})$$

тэнцэтгэлүүдийн тусламжтайгаар удирдлагын $u_{1i}^{k+1}$; $u_{2j}^{k+1}$ $(i = \overline{1,m};\ j = \overline{1,r})$, өдөөлтийн $\upsilon_s^{k+1}$ $(s = \overline{1,l})$ параметрүүдийг оруулж ирээд тэдгээрийн өөрчлөгдөх мужийг

$$0 \le u_{1i}^{k+1} \le 1;\ 0 \le u_{2j}^{k+1} \le 1;\ 0 \le \upsilon_s^{k+1} \le 1$$

гэж тодорхойлоё. Тэгээд $(k+1)$ онд арилжааны банкны олох барагцаалсан ашгийн хэмжээ $k$ оныхоосоо $v$ хувиар өссөн байх шаардлагыг (1.4) томъёог үндэслэн

$$\widetilde{A}^{k+1} = \widetilde{x}^{k+1} - \widetilde{D}^{k+1} \ge A^k + vA^k \qquad (1.7)$$

гэж тавъя. (1.7) нөхцөлд (1.5), (1.6) утгуудыг орлуулбал

$$\begin{aligned} &\sum_{i=1}^{m}\underline{\alpha}_i^{k+1}A_i^{k+1} - \sum_{j=1}^{r}\underline{\beta}_j^{k+1}\ddot{I}_j^{k+1} - \sum_{s=1}^{l}\underline{a}_s^{k+1} + \sum_{i=1}^{m}(\overline{\alpha}_i^{k+1} - \underline{\alpha}_i^{k+1})A_i^{k+1}u_{1i}^{k+1} - \\ &\sum_{j=1}^{r}(\overline{\beta}_j^{k+1} - \underline{\beta}_j^{k+1})\ddot{I}_j^{k+1}u_{2j}^{k+1} - \sum_{s=1}^{l}(\overline{a}_s^{k+1} - \underline{a}_s^{k+1})\upsilon_s^{k+1} \ge A^k + vA^k \end{aligned} \qquad (1.8)$$

Дараах тэмдэглэгээнүүдийг хийе

$$\begin{aligned} &d = \sum_{i=1}^{m}\underline{\alpha}_i^{k+1}A_i^{k+1} - \sum_{j=1}^{r}\underline{\beta}_j^{k+1}\ddot{I}_j^{k+1} - \sum_{s=1}^{l}\underline{a}_s^{k+1}; \\ &a_i = (\underline{\alpha}_i^{k+1} - \overline{\alpha}_i^{k+1})A_i^{k+1};\ b_j = (\overline{\beta}_j^{k+1} - \underline{\beta}_j^{k+1})\ddot{I}_j^{k+1}, \\ &c_s = (\overline{a}_s^{k+1} - \underline{a}_s^{k+1});\ (i = \overline{1,m};\ j = \overline{1,r};\ s = \overline{1,l}), \\ &D = d - (1+v)A^k. \end{aligned} \qquad (1.9)$$

(1.9) тэмдэглэгээнүүдийг тооцон (1.8) тэнцэтгэлбишийг

$$\sum_{s=1}^{l}c_s\upsilon_s^{k+1} \le D - \sum_{i=1}^{m}a_iu_{1i}^{k+1} - \sum_{j=1}^{r}b_ju_{2j}^{k+1} \qquad (1.10)$$

гэсэн хэлбэрт оруулж болно. Эндээс аюулгүй өдөөлтийн олонлог нь

$$V(u) = \left\{\upsilon \in V = [0,1]^s : \sum_{s=1}^{l}c_s\upsilon_s^{k+1} \le D - \sum_{i=1}^{m}a_iu_{1i}^{k+1} - \sum_{j=1}^{r}b_ju_{2j}^{k+1}\right\}$$

гэж бичигдэнэ. Энэ олонлог хичнээн өргөн байна тухайн системийн амьдрах чадвар нь төчнөөн өндөр байна. Бидний бодлогын томъёололоор энэ нь алдагдлын аль болох их утганд банкны ашгийн тогтвортой өсөлт хангагдаж байх ёстой гэсэн үг.

Иймд (1.10) тэнцэтгэлбишийн баруун талыг нэмэгдүүлэх замаар $V(u)$ олонлогийг өргөтгөх хэрэгтэй юм.

Манай тохиолдолд зөвхөн

$$\sum_{i=1}^{m}a_iu_{1i}^{k+1} \Rightarrow \min,\ \sum_{j=1}^{r}b_ju_{2j}^{k+1} \Rightarrow \min \qquad (1.11)$$

байх нөхцөлд үүнийг гүйцэтгэх боломжтой. Тэгээд (1.11) бодлогыг бодож $\mu(V(u))$ хэмжээсийн хамгийн их утгыг хангадаг удирдлагын тэр утгуудыг олдог.

Иймд

$$\begin{aligned} &\min_{0 \le u_{1i}^{k+1} \le 1}\sum_{i=1}^{m}a_iu_{1i}^{k+1} = \sum_{a_i<0}a_i,\ u_{1i}^{k+1^*} = \begin{cases}0, & a_i \ge 0\\ 1, & a_i < 0\end{cases} \\ &\min_{0 \le u_{2j}^{k+1} \le 1}\sum_{j=1}^{r}b_ju_{2j}^{k+1} = \sum_{b_j<0}b_j,\ u_{2j}^{k+1^*} = \begin{cases}0, & b_j \ge 0\\ 1, & b_j < 0\end{cases} \end{aligned} \qquad (1.12)$$

* Энэ судалгааны ажил нь Монгол улсад банкны тогтолцоо үүсэж хөгжсөний 80 жилийн ойн судалгааны ажлын уралдаанд шалгарсан болно.

байх болно. Нөгөө талаас

$$\max_{0\le\upsilon_s^{k+1}\le 1}\sum_{s=1}^{l} c_s\upsilon_s^{k+1} = \sum_{c_s>0} c_s\ ,\ \upsilon_s^{k+1^*} = \begin{cases} 0, & c_s > 0 \\ 1, & c_s \le 0. \end{cases}$$

Ийнхүү 1). Хэрэв $\sum_{s:c_s>0} c_s \le D - \sum_{a_i>0} a_i - \sum_{b_j<0} b_j$ бол банкны хамгийн дээд зэргийн баталгаатай амьдрах чадвар хангагдаж бүх $V$ олонлог аюулгүй өдөөлтүүдээс тогтох болно. 2). Хэрэв $\sum_{s:c_s>0} c_s > D - \sum_{a_i<0} a_i - \sum_{b_j<0} b_j$ бол аюулгүй өдөөлтийн олонлог

$$V(u^*) = \left\{ \upsilon \in V : \sum_{s=1}^{l} c_s\upsilon_s^{k+1} \le D - \sum_{a_i<0} a_i - \sum_{b_j<0} b_j \right\} \tag{1.13}$$

гэж олдоно.

Энэ тохиолдолд (1.13) нөхцөлийг нийцтэй байлгахын тулд

$$D - \sum_{a_i<0} a_i - \sum_{b_j<0} b_j \ge 0$$

байхаар $v$ тоог сонгоё. өөрөөр хэлбэл энэ тоо

$$0 \le v \le \frac{d - A^k - \sum_{a_i<0} a_i - \sum_{b_j<0} b_j}{A^k} = \bar{v}(u) \tag{1.14}$$

нөхцөлийг хангаж байх ёстой.

Хэрэв

$$\upsilon_s^{k+1} = \frac{\tilde{a}_s^{k+1} - \underline{a}_s^{k+1}}{\bar{a}_s^{k+1} - \underline{a}_s^{k+1}}$$

утгыг (1.13)-д орлуулбал

$$\sum_{s=1}^{l} \frac{c_s}{\bar{a}_s^{k+1} - \underline{a}_s^{k+1}}\tilde{a}_s^{k+1} \le D - \sum_{a_i<0} a_i - \sum_{b_j<0} b_j + \sum_{s=1}^{l} \frac{c_s\underline{a}_s^{k+1}}{\bar{a}_s^{k+1} - \underline{a}_s^{k+1}} \tag{1.15}$$

болно. Хэрэв

$$q_s = \frac{c_s}{\bar{a}_s^{k+1} - \underline{a}_s^{k+1}};$$

$$R = D - \sum_{a_i<0} a_i - \sum_{b_j<0} b_j + \sum_{s=1}^{l} q_s\underline{a}_s^{k+1}$$

тэмдэглэгээнүүдийг оруулж ирвэл тухайн тэнцэтгэлбиш

$$\sum_{s=1}^{l} q_s\tilde{a}_s^{k+1} \le R \tag{1.16}$$

хэлбэрээр бичигдэнэ.

Одоо практик хэрэгжүүлэлттэй нь уялдуулан бодлогын шийдэд тайлал өгье.

Тайлант хугацааны үргэлжлэлийг заах $k$ параметр нь сар, улирал, жил гэсэн утгуудыг авч болно. Бидний нэг удаа гаргах шийд шууд $u(k+1) = (\bar{\alpha}_i^{k+1}, \underline{\beta}_j^{k+1})$, $i = \overline{1,m}$; $j = \overline{1,r}$ хэлбэрээр өгөгдөх нь дээр өгүүлсэнээс харагдаж байна.

Ийм учраас (1.16) тэнцэтгэлбишийг эдгээр утгуудаар илэрхийлж

$$Q = \sum_{s=1}^{l} (1 - q_s)\underline{a}_s^{k+1} + (1 + v)A^k,$$

тэмдэглэгээг хийвэл

* Энэ судалгааны ажил нь Монгол улсад банкны тогтолцоо үүсэж хөгжсөний 80 жилийн ойн судалгааны ажлын уралдаанд шалгарсан болно.

$$\sum_{s=1}^{l} q_s \widetilde{a}_s^{k+1} \le \sum_{i=1}^{m} \overline{\alpha}_i^{k+1} A_i^{k+1} - \sum_{j=1}^{r} \underline{\beta}_j^{k+1} \ddot{I}_j^{\,k+1} - Q \tag{1.17}$$

болно. Хялбарчлахын тулд

$$u^{\gamma}(k+1) = \left\{ \overline{\alpha}_i^{k+1} \pm \varepsilon_1 ; \underline{\beta}_j^{k+1} \pm \varepsilon_2 \right\},\ \gamma = (\overline{0,4})$$

гэсэн шийдүүдийн хамгийн бага боломжит түүвэр байгаа гэж үзье. Энд $\varepsilon_1$, $\varepsilon_2$ нь дараахь тайлангийн хугацаанд хүүг нэмэгдүүлэх юмуу багасгаж болох тэр хувийг зааж буй эерэг бага тоонууд. $\gamma$ индекс болон $\varepsilon_1$, $\varepsilon_2$ тоонуудын хувьд дараахь харгалзааг тогтооё.

$$\gamma = 0 \Rightarrow \varepsilon_1 = 0,\ \varepsilon_2 = 0;\ \gamma = 1 \Rightarrow \varepsilon_1 > 0,\ \varepsilon_2 > 0;\ \gamma = 2 \Rightarrow \varepsilon_1 < 0,\ \varepsilon_2 < 0;$$
$$\gamma = 3 \Rightarrow \varepsilon_1 > 0,\ \varepsilon_2 < 0;\ \gamma = 4 \Rightarrow \varepsilon_1 \langle 0,\ \varepsilon_2 > 0.$$

Ингээд дараахь олонлогуудыг байгуулъя.

$$V = \left\{ \widetilde{a}_s^{k+1} :\ \underline{a}_s^{k+1} \le \widetilde{a}_s^{k+1} \le \overline{a}_s^{k+1};\ s = (\overline{1,l}) \right\},$$

$$M = \left\{ \widetilde{a}_s^{k+1} \in V : \sum_{s=1}^{l} q_s \widetilde{a}_s^{k+1} \le \sum_{i=1}^{m} \overline{a}_i^{k+1}(\gamma) A_i^{k+1} - \sum_{j=1}^{r} \underline{\beta}_j^{k+1}(\gamma) \ddot{I}_j^{\,k+1} - Q \right\}.$$

Тэгвэл $V(u^{\gamma}) = V \bigcap M$ нь аюулгүй өдөөлтийн олонлог болно. Тэрээр

$$E\widetilde{a}^{k+1} \le F$$

гэсэн тэнцэтгэлбишийн тусламжтай бичигдэнэ.

үүнд

$$E_{(2l+1)\times s} = \begin{pmatrix} q_1 & q_2 & \cdots & q_s \\ 1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 1 & \cdots & 0 \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ 0 & 0 & \cdots & 1 \\ -1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & -1 & \cdots & 0 \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ 0 & 0 & \cdots & -1 \end{pmatrix}; \qquad F = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^{m} \overline{\alpha}_i^{k+1}(\gamma) A_i^{k+1} - \sum_{j=1}^{r} \underline{\beta}_j^{k+1}(\gamma) \ddot{I}_j^{\,k+1} - Q \\ \overline{a}_1^{k+1} \\ \vdots \\ \overline{a}_l^{k+1} \\ -\overline{a}_1^{k+1} \\ \vdots \\ -\overline{a}_l^{k+1} \\ \end{bmatrix}$$

Бэхлэгдсэн $u^{\gamma}$ утганд $\mu(V(u^{\gamma}))$ хэмжээсийг ойролцоогоор тооцож олохын тулд $B(\widetilde{a}^{k+1}, r) = \ddot{I}_{s=1}^{l} \left[ \overline{a}^{k+1} - r, \widetilde{a}^{k+1} + r \right]$ кубүүдийн бүлийг оруулж ирье. Тэгвэл [1] ажилд буй үр дүнгийн үндсэн дээр эдгээр кубүүдийн хамгийн ихийг $V(u^{\gamma})$ олонлогт багтаах тухай бодлого нь

$$r \to \max,$$
$$\begin{cases} E\widetilde{a}^{k+1} + rN \le F \\ r \le \dfrac{\overline{a}_s^{k+1} - \underline{a}_s^{k+1}}{2} \end{cases} \tag{1.18}$$

гэсэн шугаман программчлалын бодлогыг бодоход шилжинэ. Энд

$$N = (N_1, \ldots, N_{2l+1});\ N_i = \sum_{j=1}^{s} \left| E_{ij} \right|.$$

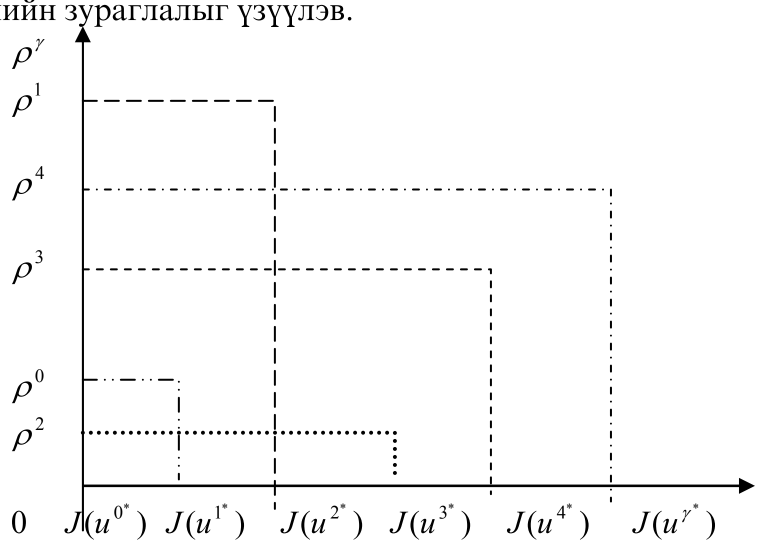
* Энэ судалгааны ажил нь Монгол улсад банкны тогтолцоо үүсэж хөгжсөний 80 жилийн ойн судалгааны ажлын уралдаанд шалгарсан болно.

Хэрэв $r^* > 0$ нөхцөл бүхий $\left\{\widetilde{a}_s^{k+1^*}, r^*, u^{\gamma^*}\right\}$ гурвал (1.18) бодлогын шийд болж байвал $r^*$-ийг багтсан хамгийн их $B(\widetilde{a}^{k+1^*}, r^*)$ кубын радиус болгож аваад $\bar{v}(u^{\gamma^*})$ тоог тооцож олно. $\bar{v} \geq 0$ үед $\mu B(\widetilde{a}^{k+1^*}, r^*) = (2r^*)^s$ гэж олдоно. $r < 0, \bar{v} < 0$ тохиолдлууд нь тухайн $u^{\gamma}(k+1), \gamma = (\overline{0,4})$ удирдлаганд (1.17) тэнцэтгэлбиш нийцтэй биш, системийн амьдрах чадварыг дээшлүүлэх анхны бодлого шийдгүй байна гэсэн үг.

Тэгээд

$$J(u^{\gamma^*}) = \frac{\mu(B(\widetilde{a}^{k+1^*}, r^*))}{\mu V}; \quad 0 \leq J(u^{\gamma^*}) \leq 1$$

гэж тэмдэглээд $\rho^{\gamma} = 1 - J(u^{\gamma^*}(k+1))$ хэмжигдэхүүнийг шийдийн эрсдэлийг илэрхийлсэн үзүүлэлт болгож тодорхойлоё. өөрөөр хэлбэл эрсдэл гэдэг нь гаргаж буй шийдвэр хир зэрэг аюултай вэ? гэдгийг илэрхийлж буй үзүүлэлт юм. Хэрэв $\rho^{\gamma} \approx 0$ бол гаргасан $u^{\gamma}$ шийдийн эрсдэл өчүүхэн, $\rho^{\gamma} \approx 1$ үед асар их байна гэсэн үг. (1.18) бодлогыг $\gamma = (\overline{0,4})$ гэсэн утгууд дээр бодож харгалзах $J(u^{\gamma^*})$, $\rho^{\gamma}$ утгуудыг олно. Координатын хавтгайн тоон тэнхлэгүүдэд эдгээр утгуудыг тасалж авбал гаргасан шийдийн талаарх бүрэн бүтэн төсөөлөл зураглал гарч ирнэ. Зураг 1 дээр иймэрхүү төсөөлөлийн зураглалыг үзүүлэв.




зур.1.

Эрсдэл ихтэй байгаа учраас $u^{1^*}$ шийдвэрийг гаргахад маш аюултай болох нь зургаас харагдаж байна. Харин хэрэв $u^{2^*}$ шийдийг гаргавал нэн зохистой, учир нь тэрээр, бусадтай харьцуулахад бага эрсдэлтэй байгаа юм.

Шийдвэр гаргахдаа дараахь зөвлөмжийг мөрдлөг болгоно.

1°. $r^* > 0$, $\bar{v}(u^{\gamma^*}) \geq 0$ нөхцөлүүд биелж байх үед харгалзах бага эрсдэлтэй шийдийг гаргах хэрэгтэй бөгөөд энэ үед тухайн тайлант хугацааны төгсгөлд алдагдлын утга өөрчлөгдөх өгөгдсөн хязгааруудад банкны ашиг хамгийн дээд тал нь $\bar{v}(u^{\gamma^*}) \cdot 100$ процентоор өсөх ёстой.

2°. $r^* \leq 0$, $\bar{v}(u^{\gamma^*}) < 0$ нөхцөлүүдийн аль нэг нь биелэх үед шийдвэр гаргаж болохгүй. Учир нь тухайн удирдлага системийн амьдрах чадварыг хангахгүй. Энэ тохиолдолд алдагдлын утга өөрчлөгдөх хязгааруудыг вариацилж аваад шинээр бий болсон тэр завсарт өмнө хийсэн тооцоонуудыг шаардлага хангасан шийдвэр гартал нь дахин давтан гүйцэтгэх ёстой юм. Энд өгүүлсэн зарим үр дүн [5] ажилд тусгагдсан болно.

* Энэ судалгааны ажил нь Монгол улсад банкны тогтолцоо үүсэж хөгжсөний 80 жилийн ойн судалгааны ажлын уралдаанд шалгарсан болно.

## 2. Төв банкны үйл ажиллагаанд оновчлолын зарчмыг хэрэгжүүлэх нэгэн боломж.

### 2.1. Зохимжтой удирдлагын терминаль бодлогын тавил. Максимумын зарчим.

Практик амьдралын бүхий л хүрээнд аливаа динамик хувьсал, өөрчлөлтөнд орж байдаг процесс буюу систем бүхэн гадны үйлчлэлийн нөлөөгөөр удирдан жолоодогдох шинж чанараа хадгалж байдаг. Ийм шинж чанар бүхий үйл явцаар тодорхойлогдох аливаа объектыг удирдлагат систем буюу объект гэж нэрлэдэг. Жишээлбэл, бид сансарын хөлгийг тодорхой тойрог замаар удирдан залж заасан хугацаанд заасан цэгт байгаа тойрог замын станцтай залгаж байгаа нь удирдлагат объектыг оновчтойгоор удирдаж байгаагийн нэг жишээ юм. Ийнхүү зохимжтой удирдлагын математик онол удирдлагат объектыг аль нэгэн утгаараа оновчтой байхаар залан жолоодох математик загварыг судалдаг математикийн салбар бөгөөд түүнийг анх 1950-иад оны сүүлээр Оросын эрдэмтэн академич Л.С. Понтрягин үндэслэсэн юм. Л.С. Понтрягины нээсэн энэ онолын тулгуур үр дүн болох максимумын зарчим нь 20-р зууны математикийн томоохон нээлтүүдийн нэг гэж түүний нэрээр түүхэнд бүртгэгдсэн байдаг.

Зохимжтой удирдлагын терминал бодлого нь

$$J(u) = \varphi(x(t_1)) + \int_{t_0}^{t_1} F(x(t),u(t),t)dt \Rightarrow extr \qquad (2.1)$$

$$\dot{x} = f(x,u,t),\ x(t_0) = x_0, \qquad (2.2)$$

$$u \in U \subset E^r,\ t \in T = [t_0, t_1] \qquad (2.3)$$

гэсэн хэлбэрээр тавигдана. Энд $x \in E^n$ - фазын төлөв байдлын вектор хувьсагч, $u \in U \subset E^r$ - удирдлагын вектор хувьсагч буюу $]-\infty;+\infty[$ завсар дээр тодорхойлогдсон зааглагдсан, битүү $U$ мужаас утгаа авдаг хэсэгчилсэн тасралтгүй вектор функц, $f, \varphi, F$ функцүүд нь ердийн аналитик чанаруудтай.

Удирдлагат объектыг илэрхийлэх математик загварын шинж төрөхөөс хамааран зохимжтой удирдлагын бодлого маш олон янзаар тавигдаж болдог бөгөөд тэр бүр нь өөр өөрийн онол, бодох аргуудтай байдаг.

Одоо (2.1)-(2.3) бодлогын хувьд оновчтой шийдийн хувьд биелж байдаг зайлшгүй нөхцөл болох максимумын зарчмыг томъёолое. Урьдаар

$$H(\psi, x, u, t) = \psi' f(x,u,t)$$

гэсэн Понтрягины функцийг оруулж ирээд хосмог

$$\dot{\psi} = -\frac{\partial H}{\partial x},\ \ \psi(t_1) = -\varphi_x(x(t_1)) \qquad (2.4)$$

тэгшитгэлийг зохиоё.

Максимумын зарчим. (2.1)-(2.3) бодлогын ямар нэг боломжит $(x(t), u(t))$ процесс оновчтой байх зайлшгүй нөхцөл нь максимумын

$$H(\psi(t), x(t), u(t), t) = \max H(\psi(t), x(t), \upsilon, t),\ \forall t \in T\ \ \upsilon \in U$$

нөхцөлийг хангадаг хосмог (2.4) системийн тривиаль бус $\psi(t)$ шийд оршин байх явдал юм.

### 2.2. IS-LM загварыг ашиглан тэнцвэржилтийн цэгийг тодорхойлох нь.

Төв банкны үйл ажиллагаанд оновчлолын зарчмыг хэрэгжүүлэх оролдлогыг хийхдээ бид юуны өмнө түүний гүйцэтгэдэг олон үүрэг дотроос зөвхөн мөнгө-зээлийн бодлогыг зохицуулдаг үүрэг дээр нь гол анхаарлаа хандуулахыг зорьлоо.

* Энэ судалгааны ажил нь Монгол улсад банкны тогтолцоо үүсэж хөгжсөний 80 жилийн ойн судалгааны ажлын уралдаанд шалгарсан болно.

Мөнгөний нийлүүлэлтийн асуудлаар монетаристууд болон шинэ Кейнсчууд үзэл, баримтлалын зөрүүтэй байдаг ч мөнгөний бодлого үйлдвэрлэлийн үйл явцад шууд нөлөөлдгийг бүх эдийн засагчид хүлээн зөвшөөрдөг байна. Ийм ч учраас төрийн мөнгөний бодлогын асуудал эдийн засагч онолчдын анхаарлын төвд ямагт байж, мэтгэлцээний сэдэв болсоор өдийг хүрсэн байна.

Улсын хэмжээгээр мөнгөний зах зээлийг тэнцвэртэй байлгах бодлогыг хэрэгжүүлэгч байгууллага нь төв банк, тэнцвэрийн объект нь мөнгөний зах зээлийн эрэлт, нийлүүлэлт ажээ. Мөнгөний зах зээл тэнцвэржиж байж л нийгмийн үйлдвэрлэлийн тэнцвэрт хөгжил хангагддаг байна [8].

Макро эдийн засагт бүтээгдэхүүний болон мөнгөний зах зээл дээр нэгэн зэрэг тэнцвэр тогтох асуудлыг IS-LM загварын тусламжтай авч үздэг. Энд IS муруй нь бүтээгдэхүүний зах зээл дээрхи тэнцвэрийн нөхцөлд нийт бүтээгдэхүүний хэмжээ зээлийн хүүгийн шууд хамаарлыг харуулдаг бол LM муруй мөнгөний зах зээлийн тэнцвэрийг, өөрөөр хэлбэл хадгаламж, зээлийн хүү, хүн амын бодит орлогын хоорондын харьцааны ямар түвшинд мөнгөний эрэлт, нийлүүлэлтийн тэнцвэр хангагдахыг тодорхойлж өгдөг.

Тэгвэл IS-LM загвар нь I эрэмбийн нэгэн төрлийн бус шугаман ялгаварт тэгшитгэлийн системээр

$$\begin{cases} Y_t = c_T - Y_{t-1} - dr_{t-1} + A_0, \\ r_t = \dfrac{k_1}{h} Y_{t-1} - \dfrac{\overline{M}_0^s}{h} \end{cases} \tag{2.5}$$

гэж бичигдэнэ. Энд $A_0 = C_0 - cT_0 + I_0 + G_0$ - орлого ба хүүгээс үл хамаарах зардлууд, $c_T = c(1 - t_\alpha)$ - татварын хувь тооцсон ахиу хэрэглэх хандлагын коэффициент, $G_0$ - төрийн байгууллагын зардал, $C_0$ - орлого ба хүүгээс үл хамаарах хэрэглээ, $c$ - хэрэглэх ахиу хандлага, $T_0$ - орлогоос үл хамаарах татвар, $t_\alpha$ - татварын хувь, $I_0$ орлого ба хүүгээс үл хамаарах хөрөнгө оруулалт, $r$ - зээлийн хүү, $d$ нь зээлийн хүү нэгжээр нэмэгдэхэд хөрөнгө оруулалт хэдэн нэгжээр буурахыг харуулсан коэффициент, $k_1, h$ - пропорционал чанарын коэффициентууд болно.

Мөнгөний нийлүүлэлтийг $M^s = M_0^s$ гэж үзээд $M_0$ - ийг хүүгээс үл хамааран хүмүүсийн гар дээр байх мөнгөний хэмжээ гэж авсан нөхцөлд $\overline{M}_0^s = M_0^s - M_0$ байхаар сонгожээ.

Нийт бүтээгдэхүүний хэмжээ $Y$, зээлийн хүү $r$ - ийн хугацаа хоорондын хамаарал (2.5) системээр илэрхийлэгдэх бөгөөд уг системийг бодож бүтээгдэхүүний ба мөнгөний зах зээл нэгэн зэрэг тэнцвэржих нөхцөлийг илэрхийлэгч $Y^*(t)$ ба $r^*(t)$ хэмжигдэхүүнүүдийг олно.

## 2.3 Мөнгөний массын оновчтой удирдлага

Төв банкны зохицуулалтын өөр нэг чухал хэрэгсэл нь арилжааны банк, банк бус санхүүгийн байгууллагын эрсдлийн сангийн нормативыг тогтоож, албадан хэрэгжүүлэх арга юм.

1980-аад оны дунд үеэс эхлээд, зах зээлийн эдийн засаг бүхий голлох орнууд, шинэ Кейнсийнхны үзэл баримтлалаас татгалзан, шинэ сонгодгуудын онолыг үйл ажиллагааныхаа үндэс болгосонтой холбогдон төв банкны мөнгө зээлийн бодлогод үндсэн өөрчлөлт хийсэн байна. Энэхүү шинэ бодлогын амин сүнс нь эдийн засгийн зохицуулалтын механизмыг мөнгөний массын удирдлагад төвлөрүүлсэн явдал ажээ [8].

Сүүлийн үед ихэнх орны төрийн эрх барих дээд байгууллага нь шинэ санхүүгийн жилийн мөнгөний өсөлтийн дээд, доод хязгаарыг тогтоон өгч хэрэгжүүлэх үүргийг төв банкиндаа хариуцуулдаг болсон байна.

* Энэ судалгааны ажил нь Монгол улсад банкны тогтолцоо үүсэж хөгжсөний 80 жилийн ойн судалгааны ажлын уралдаанд шалгарсан болно.

Энэ бүхнээс үүдэлтэйгээр төв банкнаас мөнгөний массын хэмжээ ба эрсдлийн сангийн нормативыг чухам ямар хэмжээнд тогтоон барьж чадвал бүтээгдэхүүний ба мөнгөний зах зээлийн тэнцвэржилт хангагдаж чадах вэ? гэсэн асуулт тавигдсан юм. Энэ асуултанд бид п 2.1-д үзсэн зохимжтой удирдлагын онолын арга, аппаратыг ашиглан хариулах оролдлогыг хийсэн юм.

Ингээд асуудлаа загварчлах ажилд шилжье. $Y(t)$ - үндэсний орлого, $K(t)$ - үндсэн фонд, $M(t)$ - мөнгөний масс гэвэл

$$Y(t) = \alpha_1 K(t) + \alpha_2 M(t) \tag{2.6}$$

$$M(t) = aK(t) + b\dot{K}(t) + c \tag{2.7}$$

хамаарал орших тийм эдийн засгийн орчныг авъя. Энд үл мэдэгдэх $\alpha_1$, $\alpha_2$ ба $a$, $b$, $c$ тогтмолуудыг регрессийн ба корреляцийн шинжилгээний аргаар олдог гэж үзнэ.

Тэгвэл үндэсний орлого $Y$ ба зээлийн хүү $r$ нь $Y^*$ ба $r^*$ түвшинд хүрч тогтворжих тухай асуудал нь

$$I = \int_0^T \left([Y^* - Y]^2 + [r^* - r]^2\right)dt$$

функционалыг минимумчлэх асуудлаар солигдох ёстой. Интегралын доорхи функцүүд $K(t)$, $M(t)$, $r(t)$ - ээс хамаарч буй учир бидэнд эдгээрийн динамик хэрэгтэй. Одоо тэдгээрийг гаргах гэж оролдъё. Эхлээд $K(t)$ - ийн динамикийг гаргая. $I = I_0 - vr$, $v > 0$ гэж үзсэн нөхцөлд үндсэн фондын динамикийг илэрхийлдэг $\dot{K} = I - \mu K$, $K(0) = K_0$ тэгшитгэл нь $\dot{K} = I_0 - vr - \mu K$ хэлбэртэй болох ба түүний $K$ - ийн оронд $K = \frac{1}{a}M - \frac{b}{a}\dot{K} - \frac{c}{a}$ утгыг (2.7) тэгшитгэлээс авч орлуулан зохих эмхэтгэлийг хийсний дараа тэрээр

$$\dot{K} = nM + pr + q,\ K(0) = K_0$$

гэсэн хэлбэрт шилжинэ. Энд

$$n = -\frac{M}{a - b\mu};\quad p = \frac{-av}{a - b\mu};\quad q = \frac{aI_0 + \mu c}{a - b\mu}$$

Одоо мөнгөний массын динамикийг гаргахад шилжье. Дээд газрын тогтоосноор мөнгөний масс $[\overline{M}; \underline{M}]$ завсарт орших ёстой бөгөөд түүний хэлбэлзлийг $0 \le u_1 \le 1$ байх удирдлагын $u_1(t)$ функцийн тусламжтай $\widetilde{M} = \underline{M} + u_1(\overline{M} - \underline{M})$ гэж зохицуулая. Төв банк мөнгөнийхөө массын $\beta$ $(0 \le \beta \le 1)$ хувийг, өөрөөр хэлбэл $\beta\widetilde{M}$ массыг арилжааны банканд зээлдүүлсэн гэе. Арилжааны банк нь энэ мөнгөнийхөө $\widetilde{\gamma}$ хувиар эрсдлийн сан байгуулж үлдсэн $(1 - \widetilde{\gamma})\beta\widetilde{M}$ хэсгийг бусдад зээлдүүлэх замаар ийм хэмжээгээр мөнгөнийхөө массыг нэмэгдүүлнэ. Энд эрсдлийн сангийн норм $\widetilde{\gamma}$ - г төв банк хатуу тогтоож өгөх ёстой боловч түүний өөрчлөгдөх дээд, доод хязгаарыг экспертийн аргаар тоймлон өгч удирдлагын $u_2$ $(0 \le u_2 \le 1)$ функцийн тусламжтай $\widetilde{\gamma} = \underline{\gamma} + (\overline{\gamma} - \underline{\gamma})u_2$ байхаар сонгоё.

Хугацаа тоолж эхлэх агшин дахь мөнгөний масс $M(0) = M_0$ хэмжээтэй байгаад $t$ моментод $\widetilde{M}(t)$ хэмжээнд хүрсэн байг гэвэл нэгж хугацааны дараахь мөнгөний массын өөрчлөлт

$$M(t+1) - M(t) = [1 + (1 - \widetilde{\gamma})\beta]\widetilde{M}(t) - M(t)$$

гэж гарна. Эндээс хугацааны $\Delta t$ өөрчлөлтөнд харгалзах тэгшитгэлийг бичиж $\Delta t \to 0$ үеийн $M(t)$ функцийн агшин зуурын өөрчлөлтийг түүний $t$ цэг дээрхи

* Энэ судалгааны ажил нь Монгол улсад банкны тогтолцоо үүсэж хөгжсөний 80 жилийн ойн судалгааны ажлын уралдаанд шалгарсан болно.

уламжлал гэж ойлгодог дүрмийг санавал дээрхи дискрет тэгшитгэлийн тасралтгүй төсөөлөл нь

$$\frac{dM}{dt} = [1 + (1 - \widetilde{\gamma})\beta]\widetilde{M} - M(t)\,,\; M(0) = M_0$$

гэж бичигдэнэ. Энэ тэгшитгэлийн баруун талд $\widetilde{\gamma}$, $\widetilde{M}$ - ийн харгалзах утгуудыг орлуулан зохих эмхэтгэлийг хийсний эцэст

$$\dot{M} = -M + p + qu_2 + lu_1 + mu_1u_2\,,\; M(0) = M_0$$

гэсэн мөнгөний массын динамик тэгшитгэл гарна. Энд

$$p = [1 + (1 - \underline{\gamma})\beta]\underline{M}\,;\; q = \underline{M}(\bar{\gamma} - \underline{\gamma})\beta\,;\; l = [1 + (1 - \underline{\gamma})\beta](\overline{M} - \underline{M})$$

$$m = (\bar{\gamma} - \underline{\gamma})\beta(\overline{M} - \underline{M})$$

Эцэст нь зээлийн хүүгийн динамикийг гаргахын тулд (2.5) системийн 2-р тэгшитгэлийг $t$ - ийн хувьд нэг алхмаар урагшлуулан бичиж тэгшитгэлийн 2 талаас $r(t)$-г хасч $Y(t)$ - ийн оронд (2.6) утгыг орлуулж дискрет тэгшитгэлээс тасралтгүйд шилджэг процедурыг ашиглавал

$$\dot{r} = -r + \beta_1 K + \beta_2 M - \beta_3\,,\; r(0) = r_0$$

гэж гарна

Энд $$\beta_1 = \frac{K_1}{h}\alpha_1\,;\;\; \beta_2 = \frac{K_1}{h}\alpha_2\,;\;\; \beta_3 = \frac{\overline{M}_0^s}{h}$$

Эцэст нь Төв банкнаас эрсдлийн сангийн нормыг оновчтой тогтоож, мөнгөний массыг оновчтой удирдах тухай асуудал нь

$$\begin{cases} I = \int\limits_0^T \left([Y^* - \alpha_1 K(t) - \alpha_2 M(t)]^2 + [r^* - r(t)]^2\right)dt \Rightarrow \min & (2.8) \\ \dot{K} = nM + pr + q\,,\; K(0) = K_0\,, & (2.9) \\ \dot{M} = -M + p + qu_2 + lu_1 + mu_1u_2\,,\; M(0) = M_0 & (2.10) \\ \dot{r} = -r + \beta_1 K + \beta_2 M - \beta_3\,,\; r(0) = r_0 & (2.11) \\ (u_1u_2) \in U = [0,1]^2\,,\; t \in [0,T] & (2.12) \end{cases}$$

гэсэн зохимжтой удирдлагын бодлого болж томъёологдоно.

Одоо тавигдсан дээрхи бодлогыг 1-рт нөхцөлт градиентийн аргаар, 2-рт чанарын шинжилгээний аргаар бодох оролдлого хийе. Урьдаар $u = (u_1, u_2)$, $x = (K, M, r)$ гэсэн тэмдэглэгээг хийе. Манай бодлогын дифференциал тэгшитгэлийн баруун талд байгаа функцүүд болон интегралын доорхи функц $u$-ээрээ дифференциалчлагдах ба $U$ олонлог гүдгэр байна. Энэ тохиолдолд (2.8)-(2.12) бодлогын оновчтой процесс $\{u^*, x^*\}$ - ийн хувьд

$$u^*(t) = \arg\max_{\upsilon \in U} < H_u(\psi^*(t), x^*(t), u^*(t)), \upsilon >\,,\; \forall t \in T$$

гэсэн максимумын дифференциал зарчим биелэх ёстой. Одоо манай бодлогын хувьд энэ зарчмыг хангах нөхцөлт градиентийн аргын алгоритмыг бичье. үүнд:

$1^0$. Итерацын процессын $k$ - дүгээр алхам дээр $(k = 0,1,...)$ боломжит $u_1^k(t)$, $u_2^k(t)$ удирдлагууд, харгалзах фазын болон хосмог $x^k(t)$, $\psi_1^k(t), \psi_2^k(t)$, $\psi_3^k(t)$ траекториудын хамт олдсон байг. Энд $x^k(t)$ - ийн аргументууд нь (2.9)-(2.11) тэгшитгэлийн шийдүүд болж $\psi_1^k(t)$, $i = (\overline{1,3})$ нь дараахь тэгшитгэлийн шийдүүд болж тодорхойлогдох ёстой.

үүнд:

* Энэ судалгааны ажил нь Монгол улсад банкны тогтолцоо үүсэж хөгжсөний 80 жилийн ойн судалгааны ажлын уралдаанд шалгарсан болно.

$$\begin{cases} \dot{\psi}_1 = -\dfrac{\partial H}{\partial k} = -\beta_1\psi_2 - 2\alpha_1[Y^* - \alpha_1 k - \alpha_2 M]\,,\ \psi_1(T) = 0 \\ \dot{\psi}_2 = -\dfrac{\partial H}{\partial M} = -n\psi_1 + (1-\beta_2)\psi_2 - 2\alpha_2[Y^* - \alpha_1 k - \alpha_2 M]\,,\ \psi_2(T) = 0 \\ \dot{\psi}_3 = -\dfrac{\partial H}{\partial r} = -p\psi_1 + \psi_2 - 2(r^* - r)\,,\ \psi_3(T) = 0 \end{cases} \quad (2.13)$$

Энд

$$\begin{aligned} H = \psi_1[nM + pr + q] + \psi_2[-M + p + qu_2 + lu_1 + mu_1u_2] + \\ \psi_2[-r + \beta_1 k + \beta_2 M - \beta_3] - [Y^* - \alpha_1 k - \alpha_2 M]^2 - [r^* - r]^2 \end{aligned} \quad (2.14)$$

$2^0$. Тэгээд туслах $\overline{u}_1^k(t)$, $\overline{u}_2^k(t)$, $t \in T$ удирдлагуудыг

$$\overline{u}^k(t) = \arg\max_{\upsilon \in U} < H_u(\psi^k(t), x^k(t), u^k(t)), \upsilon >$$

бодлогын шийд маягаар тодорхойлно.

$3^0$. $\delta_1(u^k) = \int_T < H_u(\psi^k(t), x^k(t), u^k(t)), \overline{u}^k(t) - u^*(t) > dt \geq 0$ хэмжигдэхүүнийг тооцно.

$4^0$. Хэрэв $\delta_1(u^k) = 0$ бол харгалзах $u^k(t)$ удирдлага нь максимумын дифференциал зарчмыг хангах тул оновчтой удирдлага болно.

$5^0$. $\delta_1(u^k) > 0$ байх тохлолдлыг авч үзнэ. $u^K$ ба $\overline{u}^K$ удирдлагуудын $\alpha$ - параметрт бүлийг

$$u_\alpha^k(t) = u^k(t) + \alpha[\overline{u}^k(t) - u^k(t)]\,,\ t \in T\,,\ \alpha \in [0,1]$$

хэлбэрээр үүсгэнэ.

$6^0$. Ээлжит $(k+1)$ дөхөлтийг

$$u^{(k+1)}(t) = u_{\alpha_k}^k(t)\,,\ t \in T$$

хэлбэрээр хайна. Энд $\alpha_k$ нь нэг хэмжээст минимумчлэлийн

$$J(u_\alpha^k) \Rightarrow \min\,,\ \alpha \in [0,1]$$

бодлогын шийд болно.

$7^0$. $1^0$ алхам руу буцна. Энд шийдийн сонголтыг өмнөх пунктэд сонгосонтой адилаар гүйцэтгэнэ. Гэхдээ $u_*(t)$ - ийн оронд $\delta_1(u^{K+1}) = 0$ нөхцөлийг хангах $u^{K+1^*}$ удирдлагыг авна.

Эндээс төв банк мөнгөний масс ба эрсдлийн сангийн нормативыг харгалзан $\widetilde{M} = \underline{M} + u_1^*(\overline{M} - \underline{M})$ба $\widetilde{v} = \underline{v} + u_2^*(\overline{v} - \underline{v})$ хэмжээнд барьж чадсан нөхцөлд бүтээгдэхүүний болон мөнгөний зах зээлийн тогтворжилт хангагдана гэсэн дүгнэлт гарч байгаа юм.

Одоо бид тавьсан бодлогондоо урвуу бодлогыг бодох замаар бодлогынхоо шийдийг ойролцоогоор чанарын талаас нь үнэлж гаргах оролдлого хийе. Ингээд $Y(t)$ ба $r(t)$ - ийн динамикийг илэрхийлсэн

$$\begin{cases} \dot{Y} = (\alpha_1 n - \alpha_2)M + \alpha_1 pr + \alpha_1 q - \alpha_2 p - \alpha_2 qu_2 - (l + mu_2)\alpha_2 u_1 \\ \dot{r} = -r + \beta_1 K + \beta_2 M - \beta_3 \end{cases} \quad (2.15)$$

системийг авъя.

Тэгээд тэнцвэржилтийн $Y^*$ ба $r^*$ түвшинд экспоненциаль муруйгаар алгуурхан хүрсэн байхыг шаардвал тэр муруйн тэгшитгэл нь

$$\begin{cases} \dot{Y} = (Y - Y^*)^\bullet = -c_1(Y - Y^*) \\ \dot{r} = (r - r^*)^\bullet = -c_2(r - r^*) \end{cases} \quad (2.16)$$

* Энэ судалгааны ажил нь Монгол улсад банкны тогтолцоо үүсэж хөгжсөний 80 жилийн ойн судалгааны ажлын уралдаанд шалгарсан болно.

хэлбэрийн нэгэн төрлийн дифференциал тэгшитгэлүүдийн $Y = Y^* + Y_0 e^{-c_1 t}$, $r = r^* + r_0 e^{-c_2 t}$ гэсэн шийд маягаар тодорхойлогдох ёстой. Эндээс (2.15) ба (2.16) системийн харгалзах уламжлалуудыг тэнцүүлэх замаар тэнцвэржилтийн тэр түвшинд экспоненциалаар хүрч чадах тийм удирдлагуудыг тодорхойлоход чиглэсэн

$$\begin{cases} (\alpha_1 n - \alpha_2)M + \alpha_1 pr + \alpha_1 q - \alpha_2 p - \alpha_2 q u_2 - (l + m u_2)\alpha_2 u_1 = -c_1 Y_0 e^{-c_1 t} \\ -r + \beta_1 k + \beta_2 M - \beta_3 = -c_2 r_0 e^{-c_2 t} \end{cases} \qquad (2.17)$$

гэсэн харьцаануудыг гаргаж авна. Дээрхи системийн 2-р тэгшитгэлийн 2 талыг $\alpha_1 p$ үржүүлэн 1-р тэгшитгэл дээр нэмж тэндээсээ $u_1$ - ийг олбол

$$u_1 = \frac{\sigma M(t) + \alpha_1 \beta_1 k(t) + \rho + c_1 Y_0 e^{-c_1 t} + c_2 r_0 e^{-c_2 t} - \alpha_2 q u_2}{l + m u_2}$$

гэж гарна. Ийнхүү бид $u_1 = (M(t), k(t), u_2(t), t, c_1, c_2)$ хэлбэрээр системийн фазын төлөвөөс хамаарсан синтезлэгдсэн удирдлагыг гаргаж ирлээ. Ингээд $c_1$, $c_2$ утгуудыг дураар өгч [0,1] мужаас $u_2$ -ийн утгыг сонгон (2.9), (2.10) тэгшитгэлүүдийг интегралчлан $M(t)$, $k(t)$ шийдүүдийг олох замаар оновчтой $u_1^*$ утгыг олно. Хэрэв $u_1 \notin [0,1]$ бол (2.17) систем нийцгүй юмуу эсвэл тэнцвэрт түвшинд хэт огцом хүрлээ гэсэн үг. Энэ тохлолдолд $u_2$ -ийг дахин шинээр сонгож оновчтой $u_1^*$ - ийг олтол бодолтыг давтан үргэлжлүүлнэ.

* Энэ судалгааны ажил нь Монгол улсад банкны тогтолцоо үүсэж хөгжсөний 80 жилийн ойн судалгааны ажлын уралдаанд шалгарсан болно.

## Дүгнэлт

Судалгааны үр дүнд дараахь хэд хэдэн дүгнэлтэнд хүрлээ.

1. Оновчлолын хамгийн сүүлийн үеийн чиглэл болох амьдрах чадвар ба зохимжтой удирдлагын онолын аргуудыг банкны салбарын үйл ажиллагаанд хэрэгжүүлэх боломжтой гэдгийг тогтоов.

2. Банкны салбар нь тухайн чиглэлийн судалгааг асар том хүрээнд өргөн далайцтай явуулж болох сонирхолтой объект гэдэг нь харагдлаа.

3. 1.2 пунктэд амьдрах чадварын онолоор, 2.3 пунктэд чанарын шинжилгээний аргаар гарсан үр дүнгүүдийг банкны практикт тоглоомын загварын (игровая модель) аргаар хэрэгжүүлбэл сонирхолтой байж магадгүй гэсэн бодол төрлөө.

4. Судалгааны үр дүнг бодит тоон материал дээр туршин шалгах ажлыг анхнаасаа зорилгоо болгож тавиагүй бөгөөд нөгөө талаас иймэрхүү судалгаа нь банкны мэргэжлийн төдийгүй оновчлолын олон салбар чиглэлийн судлаачдын хамтын хүчээр асар их цаг зарж байж гүйцэтгэх ажил учраас банкны мэргэжлийн биш өчүүхэн судлаач би бээр энэ тал дээр дэндүү хүчин мөхөсдөх учиртайг хэлэх хэрэгтэй бизээ.

## Ном зүй


1. Ащепков Л.Т. К проблеме повышения живучести управляемых систем//Модели и методы исследования операций - Новосибирск: Наука, 1988.

2. Долгий Д.В. Управление линейными системами в условиях неопределенности: Дисс. На соискание ученой степени канд. физ.-мат. наук. - Владивосток, 1995.

3. Бадам У. Некоторые методологические вопросы повышения живучести экосистем. Труды симпозиума «Математическое моделирование в естествознании», Уланбатор, ноябрь, 1989.

4. Бадам У. Необходимые условия оптимальности в задачах живучести. Известия ВУЗов. Математика, Казань, 2002. -2(477), с.18-22.

5. Бадам У. Модели повышения живучести линейных дискретных систем управления.//Ж. оптимизация, управления, интеллект -5(4), 2002, с.35-50.

6. U.Badam. A Simple Model of Improving Survival in Economical Systems. Optimization and Optimal Control, pp.287-295, P.M.Pardalos, I. Tseveendorj,and R Enkhbat, Editors, 2003, Word Scientific publishing Co/

7. Ү. Бадам, Г. Алтанзаяа, А. Батцэнгэл
Татварын бодлого боловсруулахад амьдрах чадварын онолын үүднээс хандах нь. Удирдлагын хөгжлийн академийн бүтээл. Улаанбаатар, 2004 он.

8. П. Жасрай. Эдийн засгийн онол. Улаанбаатар хот, 2002 он.


* Энэ судалгааны ажил нь Монгол улсад банкны тогтолцоо үүсэж хөгжсөний 80 жилийн ойн судалгааны ажлын уралдаанд шалгарсан болно.