

ЭДИЙН ЗАСГИЙН ХЯМРАЛТАЙ ҮЕД ЭРСДЭЛИЙГ ҮНЭЛЭХ НЬ

Я. Лутбат

Шинжлэх ухаан, технологийн их сургууль. Хэрэглээний шинжлэх ухааны сургууль

lutaa@must.edu.mn

Хураангуй: Эрсдлийг бууруулах асуудал нь 2008 онд санхүүгийн зах зээлд гарсан хямралаас хойш судлаачдын анхаарлыг улам бүр татаж ирсэн юм.

Эрсдлийг хэмжих түгээмэл тархсан хэрэгсэл нь VaR бөгөөд хөрөнгийн багцыг сонгоход ирээдүйд хүртэх өгөөжөөс хүлээх хамгийн их алдагдлыг тооцдог. Үүний нэг хувилбар нь RiskMetric бөгөөд JP Morgan 1994 онд анх хөгжүүлсэн юм.

Энд эдийн засгийн хямралтай, тогтворгүй байдал (volatility) ноёлсон үед Монголын хөрөнгийн зах зээлд RiskMetric аргын хүчин чадлыг шинжилж үзсэн. Бууралтын коэффициентийг үнэлэхдээ: а) сонгодог RiskMetric арга, б) алдааны функцийг тус тус ашиглан үнэлгээг хийж харьцуулалт хийлээ.

ТСК ба GOV тохиолдлуудад RiskMetric арга нь шинэ өөрчлөлтүүдэд бага жин оноон, бууралтын коэффициентийг багаар үнэлж байгааг илрүүлсэн. Эдийн засгийн хямралтай энэ үед Монголын хөрөнгийн зах зээлд бууралтын коэффициентийг тооцохдоо алдааны функц ашиглах нь RiskMetric аргыг сайжруулах ба ирээдүйн үнэлгээг хийхэд илүү тохиромжтой болохыг энд үзүүлээ.

Түлхүүр үгс: Тогтворгүй байдал, дундаж квадрат алдаа, алдааны функц, бууралтын коэффициент

УДИРТГАЛ

Хэдийгээр олон тооны судлаачид VaR арга зарчмыг судалсан хэдий боловч нэгдсэн нэг тодорхойлолт одоог хүртэл хараахан үгүй байна. Тухайлбал, Вилсоны өгүүлснээр [20] институт бүр VaR зарчмыг тус тусынхаараа нэрлэсэн байдаг. Жишээлбэл J.P. Morgan эрсдэл дэх өгөөж буюу VaR, эрсдэл дэх өдөр тутмын өгөөж буюу DEaR хэмээдэг бол Bankers Trust эрсдэл дэх хөрөнгө буюу CaR гэж нэрлэдэг. Түүгээр ч зогсохгүй институт бүр VaR зарчмыг өөр өөр арга замаар хэрэгжүүлдэг. Хэдий тийм боловч тус бүрдээ максимум алдагдал (буюу алдаа), өгөгдсөн магадлал, хугацааны интервал гэсэн гурван ерөнхий элемент агуулна.

VaR зарчмыг санхүүгийн болоод санхүүгийн бус олон тооны хөрөнгө оруулагчид ашигладаг боловч зарим нэгэн хязгаарлагдмал чанар бий. Линсмайер ба Пирсон нар [12] дүгнэхдээ VaR үнэлгээ хөрөнгө оруулагч хүнд шаардлагатай бүх мэдээллийг агуулж чадахгүй гэсэн байдаг. Цаашилбал Бедер [2] VaR зарчмаар үл тайлбарлагдах хэд хэдэн төлийн эрсдлийг (хувь хүний эрсдэл, улс төрийн эрсдэл, удирдлагын эрсдэл гэх мэт) тодорхойлсон юм.

VaR-ыг тооцдог вариаци-ковариацийн, Монте Карлогийн болон симуляцийн гэсэн үндсэн гурван арга бий. Эдгээр арга тус бүрдээ сул талтай бөгөөд Соллис [17] дүгнэхдээ вариаци-ковариацийн арга нь тархалтад тавигдах шаардлагаас шалтгаалан VaR-ыг бодит утгаас бага үнэлдэг, харин симуляцийн аргын хувьд түүврийн хэмжээ өөрчлөгддөг бол харин Монте Карлогийн аргын хувьд тархалтын хуульд тавигдах нөхцөл буруу томъёологдох нь элбэг хэмээн хэлсэн байдаг.

VaR-ыг тооцоходоо эхний алхамд тогтворгүй чанарыг (буюу volatility) үнэлэх шаардлагатай болдог. VaR-ыг тооцоход ашигладаг анхны загвар ARCH-ыг Энгел [6] санал болгосон бол уг загварын цаашдын өргөтгөл GARCH загварыг Боллерслев [3] боловсруулжээ.

Тогтворгүй чанарыг урьдчилан таамаглахад ARCH ба GARCH загваруудын олон хувилбарууд үр дүнтэй ашиглагддаг бөгөөд тэдгээр аргуудыг Экспоненциал Жигнэгдсэн Шилжих Дундажын арга буюу EWMA аргатай харьцуулсан судалгаанууд мөн олон бий. Халлын [10] өгүүлснээр EWMA аргын гол давуутай тал нь харьцангуй бага хэмжээтэй өгөгдлийн тусламжтай эрсдлийг үнэлдэгт оршино. Цаашилбал, Це [18] ба Це, Тан [19] нарын судалгааны ажлуудад Япон болон Сингапурын санхүүгийн зах зээлийн эрсдлийг тооцоход EWMA загвар нь ARCH загвараас илүүтэй сайн ажилласан болохыг тэмдэглэсэн байдаг.

Хэдий тийм боловч аль ч судлаач зах зээлийн тогтворгүй чанарыг үнэлэхэд EWMA загвар хамгийн тохиромжтой нь юм гэж харуулж чадаагүй. Үүнтэй холбоотой тэмдэглэн хэлэхэд Хаммоуди [9] судалгаандаа GARCH-t загвар хөрөнгийн зах зээлийн хувьд EWMA загвараас илүүтэй үр дүнтэй болохыг харуулсан байдаг. Түүгээр ч зогсохгүй Дегианакис [5] ARCH арга нь RiskMetric загвартай харьцуулахад эрсдлийг илүү сайн үнэлдэг хэмээн харуулсан байдаг.

Цаашилбал олон тооны судлаачид тухайлбал, МакМилиан ба Камбороудис [13], Пафка ба Кондор [16] нар судалгаандаа RiskMetric аргаар үнэлсэн эрсдлийн үнэлгээ нь ач холбогдлын түвшний хэмжээг хэрхэн сонгож авснаас ихээхэн хамаардаг болохыг тэмдэглэсэн байдаг.

Фан [7] ба Гонзалес-Ривиера [8] нар бууралтын коэффициентийн утга 0.94-тэй тэнцэх албагүй бөгөөд өдөр тутмын өгөгдлөөс хамаарах ёстой гэсэн байдаг.

ОНОЛ, АРГА ЗҮЙН ХЭСЭГ

Нэг өдрийн туршид нийт өгөөж- r_t

$$r_t = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right), t = 1, \dots, T \quad (1)$$

гэж тодорхойлогдоно. Дараах стохастик процессыг RiskMetric загвараас тодорхойлж болох ба

$$r_t = \mu_t + \varepsilon_t = \mu_t + \sigma_t z_t. \quad (2)$$

Энд z_t үл хамаарах, нэгэн ижил Гауссын тархалттай санамсаргүй хэмжигдэхүүнүүд бөгөөд $E[z_t] = 0$, $D[z_t] = 1$ ба $\mu_t = E[r_t | I_{t-1}]$, $\sigma_t^2 = E[\varepsilon_t^2 | I_{t-1}]$ байна ($\forall t. \mu_t = 0$ -стандарт RiskMetric арга). Нөхцөлт вариацийн үнэлгээг экспоненциал жигнэгдсэн шилжих дунджийн арга (EWMA) дээр тулгуурлан хийх ба

$$\sigma_t^2(\lambda) = (1 - \lambda) \sum_{i=1}^{t-1} \lambda^{i-1} r_{t-i}^2. \quad (3)$$

Энд $\lambda \in (0,1)$ нь бууралтын коэффициент юм. RiskMetric загвар ёсоор (3) харьцааг

$$\sigma_t^2(\lambda) = \lambda \sigma_{t-1}^2 + (1 - \lambda) r_{t-1}^2 \quad (4)$$

тэнцэтгэлийн тусламжтай ойролцоо олж болно.

Ж. П. Морган [14] бууралтын коэффициентийн (нэг өдрийн тасралтгүй нийт өгөөж) хамгийн тохиромжтой утгыг 0.94 хэмээн сонгосон байдаг. Тухайн үед алдааны элемент дээр нэмэлт нөхцөл оруулж ирэн RiskMetric аргыг сайжруулсан юм. 1994 онд анх алдааны элементийг нормаль тархалттай хэмээн үзэж байсан бол хожим Зумбах [21] загварын үлдэгдлийг чөлөөний 5 зэрэг бүхий Студентийн- t тархалттай гэж үзсэн байдаг. Ингэж үзэх шалтгаан нь өгөгдөл “бүдүүн сүүлтэй” байдагтай холбоотой.

(4) тэнцэтгэлийг ашиглавал тогтворгүй чанарыг үнэлэх боломжтой болох ба цаашилбал санхүүгийн хэрэгсэл болох нийт эрсдлийг үнэлэх боломжтой болно. Нийт эрсдлийг тооцохдоо бид VaR-ыг ашиглах ба дараах

$$VaR_\alpha = q_{\alpha,t} = k_\alpha \sigma_t(\lambda)$$

нөхцөлт α -квантилаар тодорхойлно. Энд k_α нь $\varphi^{-1}(\alpha)$ нөхцөлт нормаль тархалттай эсвэл ν чөлөөний зэрэг бүхий $H^{-1}(\alpha) \sqrt{(\nu - 2)/\nu}$ Студентийн- t тархалт бүхий параметр юм. Энэ судалгааны гол зорилго бол эдийн засгийн хямрал нүүрлэсэн өнөө үед Монголын хөрөнгийн зах зээлийн тогтворгүй чанарыг үнэлэхэд RiskMetric загвар хангалттай эсэхийг харуулахад чиглэсэн юм. Үүний тулд хугацааны тодорхой урттай цонхыг сонгон авч тест хийж үзсэн болно.

Бидний шинжилгээндээ ашигласан зах зээлийн өгөгдөл 2009 оны 1 дүгээр сарын 1-ээс 2017 оны 12 дугаар сарын 31 хүртэл хугацааг хамарна. Нийт өгөгдөл хямралын өмнөх ба хямралын үеийн гэж хоёр хэсэгт хуваагдах бөгөөд олон тооны судлаачид Монгол улсад эдийн засгийн хямрал 2013 оны дунд үеэс бодитойгоор нүүрлэсэн гэж үзсэн байдаг Д.Ганочир ба бусад [1].

Эхний алхамд бид дундаж квадрат алдаа болон алдааны функц ашиглан бууралтын коэффициентийг үнэлсэн. Үүнд, эхлээд нөхцөлт вариацийн дундаж квадрат алдааг минимумчлах замаар бууралтын коэффициентийг үнэлсэн бол

$$\hat{\lambda}_t = \arg \min_{\lambda \in (0,1)} \frac{1}{T-M} \sum_{j=1}^{T-M} [\sigma_j^2(\lambda) - r_j^2]^2, \quad (6)$$

дараагаар нь бууралтын коэффициентийг Гонзалес-Ривиерагийн [8] санал болгосон аргаар үнэллээ. Энэ арга нь VaR-ын зорилгыг илүү тод харуулах ба алдааны функцийг минимумчлах замаар бууралтын коэффициентийг үнэлдэг

$$\rho_\alpha(e_j) = \begin{cases} \alpha \cdot e_j & e_j \geq 0 \\ (\alpha - 1) \cdot e_j & e_j < 0 \end{cases} \quad (7)$$

Энд $e_j = r_j - VaR_{j,\alpha}$ байна. Нөгөө талаас бууралтын коэффициент

$$\hat{\lambda}_t = \arg \min_{\lambda \in (0,1)} \frac{1}{T-M} \sum_{j=1}^{T-M} \rho_\alpha(e_j) \quad (8)$$

байна. Бууралтын коэффициентийг үнэлснээр зах зээлийн индексийн эрсдлээс хүртэх үнэ цэнэ, тогтворгүй чанарыг тооцох боломжтой болно. Энд бид а) RM_1 буюу бууралтын коэффициент 0.94 байх RiskMetric загвар, б) RM_2 буюу бууралтын коэффициентийг дундаж квадрат алдаа ашиглан үнэлэх RiskMetric загвар, в) RM_3 буюу бууралтын коэффициентийг алдааны функц ашиглан үнэлэх RiskMetric загвар гэсэн өрсөлдөгч үндсэн загваруудын эрсдлийг үнэлэх чадваруудыг сонирхож үзсэн юм. Ингэхдээ Кристоферсеней (1998) хөгжүүлсэн хамгийн их үнэний хувь бүхий тестийн хувилбарыг ашиглалаа.

Үүний тулд нэгдүгээрт

$$I_t = \begin{cases} 1 & r_t < VaR_t \\ 0 & r_t \geq -VaR_t \end{cases} \quad (9)$$

I_t индекатор функцийг тодорхойлно.

Кристоферсеней тест нь:

$$LR_{CC} = -2 \ln \left(\frac{(1 - \alpha)^{n_0} \alpha^{n_1}}{(1 - \hat{\pi}_{01})^{n_{00}} \hat{\pi}_{01}^{n_{01}} (1 - \hat{\pi}_{11})^{n_{10}} \hat{\pi}_{11}^{n_{11}}} \right) \sim \chi^2_{(2)}$$

байх ба энд n_{ij} нь i ба j дараалж гарч ирэх тоо, $\pi_{ij} = \Pr(I_t = i \mid I_{t-1} = j)$, $(i, j = 0, 1)$, $\hat{\pi}_{01} = n_{01}/(n_{00} + n_{01})$, $\hat{\pi}_{11} = n_{11}/(n_{10} + n_{11})$ байна.

СУДАЛГААНЫ ХЭСЭГ

Монголын хөрөнгийн зах зээлийн өгөгдөл дээр VaR үнэлгээ хийхдээ бид RiskMetric загварыг ашигласан. Зах зээлийн тогтворгүй

чанарыг үнэлэхдээ хангалттай өгөгдөлтэй байх үүднээс үндсэн гурван индекс тухайлбал, ТСК, АРУ ба GOV индексүүдийг сонгон авсан. 2009 оны 1 дүгээр сарын 2-аас 2017 оны 12-р сарын 28-ыг хүртэл өдөр тутмын өгөгдлийг ашигласан бөгөөд бүх өгөгдлийг Монголын хөрөнгийн биржийн веб хуудаснаас авсан болно.

Хүснэгт 1. Индексүүдийн статистикууд

Индекс	n	Дундаж	Ст. азайлт	Асим-метр	Эксцесс
ТСК	2026	0.0007	0.0172	-0.53	10.51
APU	2026	0.0008	0.026	-0.08	9.82
GOV	2026	0.0005	0.016	-0.4	8.29

Хүснэгт 1-т өдөр тутмын өгөөжийг хувиар илэрхийлэн үзүүлээ. Бүх индексүүд 2009-2017 оны хооронд эерэг дундаж өгөөжтэй байна. Хамгийн өндөр хувь нь АРУ дээр 0.09% байгаа бөгөөд шинжилгээний нийт хугацаанд зах зээлийн хамгийн их үр ашигтай сегмент байв. Стандарт хазайлтаас үзвэл хөрөнгө оруулагчдын хувьд хамгийн бага эрсдэлтэй нь GOV хамгийн их эрсдэл хүлээж болох индекс нь АРУ байна. Бүх өгөгдлийн хувьд асимметр сөрөг утгатай, эксцессийн утга 8-аас их байна.

Хүснэгт 2-оос харахад бүх индексүүд хоорондоо эерэг хамааралтай байна. Хамгийн өндөр корреляци ТСК ба GOV индексүүдийн хооронд 0.9 байгаа бол хамгийн бага корреляци ТСК ба GOV индексүүдийн хооронд байна.

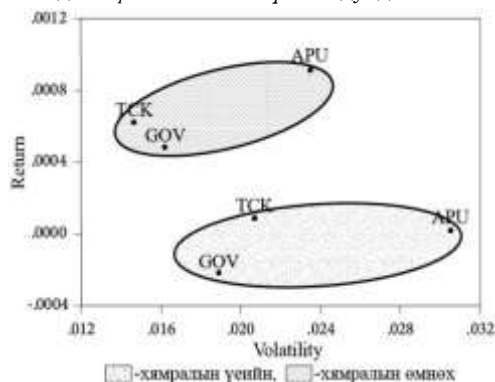
Хүснэгт 2. Индексүүдийн хоорондох корреляци

Индекс	ТСК	APU	GOV
ТСК	1.000		
APU	0.65	1.000	
GOV	0.95	0.68	1.000

Бид эдийн засгийн хямрал Монгол улсын санхүүгийн зах зээлд хүчтэй нөлөө үзүүлж байгаа эсэхийг шалгахыг хүссэн. Үүний тулд дундаж өгөөж, стандарт хазайлтыг тооцохдоо ТСК, GOV ба АРУ индексүүдийн харгалзах өгөгдлүүдийг хямралын өмнөх ба хямралын хугацаанд тэгш хэмтэй сонгосон.

Зураг 1-т хямралын өмнөх ба хямралын үед үед хамаарах хоёр үндсэн кластеруудыг үзүүлээ. Эндээс Монголын зах зээл эдийн засгийн хямралд хүчтэй өртсөн болох нь харагдаж байна. Үүнтэй уялдаатай хямралын үед дундаж өгөөж буурч тогтворгүй чанар нэмэгдсэн болох харагдаж байна.

Зураг 1. Хямралын болоод хямралаас өмнөх үеийн дундаж өгөөж ба стандарт хазайлт



Тухайн хоёр хугацааны үеүдэд үнэхээр ийм бодитой ялгаа байгаа эсэхийг харуулахын тулд t -тестийг хийсэн ба үр дүнг Хүснэгт 3-т харууллаа.

Хүснэгт 3. Кластеруудын хооронд ялгаа байгаа эсэхийг шалгах тест

	Дундаж өгөөж	Дундаж стандарт хазайлт
t -тестийн утга	4.145**	-5.231*

*,**-хоёр кластер ижил гэсэн H_0 таамаглал харгалзан 5%, 10%-хувийн ач холбогдлын төвшинтэйгөөр няцаагдсан

ҮР ДҮН

Эхлээд бид дундаж квадрат алдаа ба алдааны функц тус тус ашиглан бууралтын коэффициентийг үнэлсэн бөгөөд улмаар үнэлгээнүүдийн хооронд бодитой ялгаа байгаа эсэхийг шалгаж үзсэн. λ -г үнэлэхдээ (6) ба (8) функц тус бүрд бид хялбар хуваалтын аргыг хэрэглэсэн. Эхний 250 өдрийн утгыг ашиглан нөхцөлт вариацийн анхны утгыг гарган авч, анхны утга ба (4) харьцааг ашиглан бүх вариацийг тооцно. Энэ процессыг нийт 99 удаа $\lambda \in \{0.01, 0.02, \dots, 0.99\}$ утгуудад давтаж (6) ба (8) функцүүдийг минимум утгад нь хүргэх λ -г сонгоно.

Дундаж квадрат алдаа ба алдааны функц ашиглан олсон үнэлгээнүүд хоорондоо мэдэгдэхүйц зөрөөтэй байлаа. Дундаж квадрат алдааны функц ашиглан олсон λ -ын үнэлгээг Зураг 2-т үзүүллээ. Үүний нэгэн адил алдааны функц ашиглан тооцсон λ -ын үнэлгээг зургаар харуулж болно.

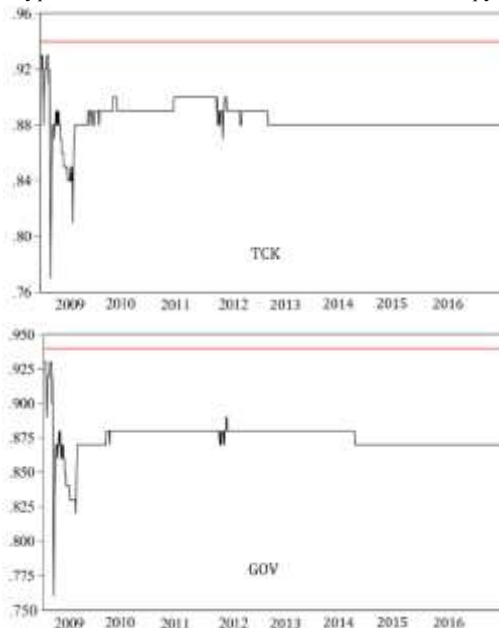
Хүснэгт 4. Бууралтын коэффициентийн үнэлгээ

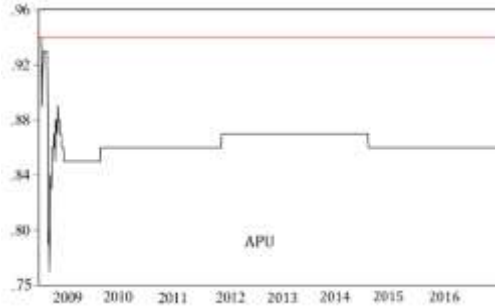
Индекс	Дундаж квадрат алдаа ашиглан тооцсон	Алдааны функц ашиглан тооцсон (Стюдентийн-t тархалттай үед)		
		$\hat{\lambda}_T$	$\hat{\lambda}_{T,0.01}$	$\hat{\lambda}_{T,0.05}$
TCK	0.89	0.93	0.91	0.85
APU	0.88	0.89	0.88	0.87
GOV	0.86	0.87	0.92	0.89

Түүврийн нийц хугацаанд үнэлсэн бууралтын коэффициентийн үнэлгээ, үнэлгээний зөрөө 4% илүү үед үнэлгээг тодруулсан

Түүврийн нийц хугацаанд үнэлсэн бууралтын коэффициентийн үнэлгээг Хүснэгт 4-т үзүүлээ. RiskMetric үнэлгээ бууралтын коэффициентийг багаар үнэлдэг болохыг TCK, GOV индексүүдээс харж болно.

— Зураг 2. : $\lambda = 0.94$, : $\lambda =$ алдааны функц ашигласан үнэлгээ





RM_1 , RM_2 ба RM_3 загваруудын хувьд VaR үнэлгээг сонирхож байгаа билээ. Үүний тулд нөхцөл вариацийг үнэлэх ба улмаар дээрх гурван загварын хувьд ТСК, АPU and GOV индексүүдийн VaR үнэлгээ гарч ирнэ. Эцэст нь эдгээр үнэлгээнүүд хэр сайн үнэлгээ болох, эрсдлийг урьдчилан хэлж чадах эсэхийг Кристоферсений тест ашиглан шалгасан (Хүснэгт 5-ыг үз). Мөн RM_3 загварын VaR үнэлгээг нормаль тархалттай үед Зураг 3-т жишээ болгон үзүүлээ.

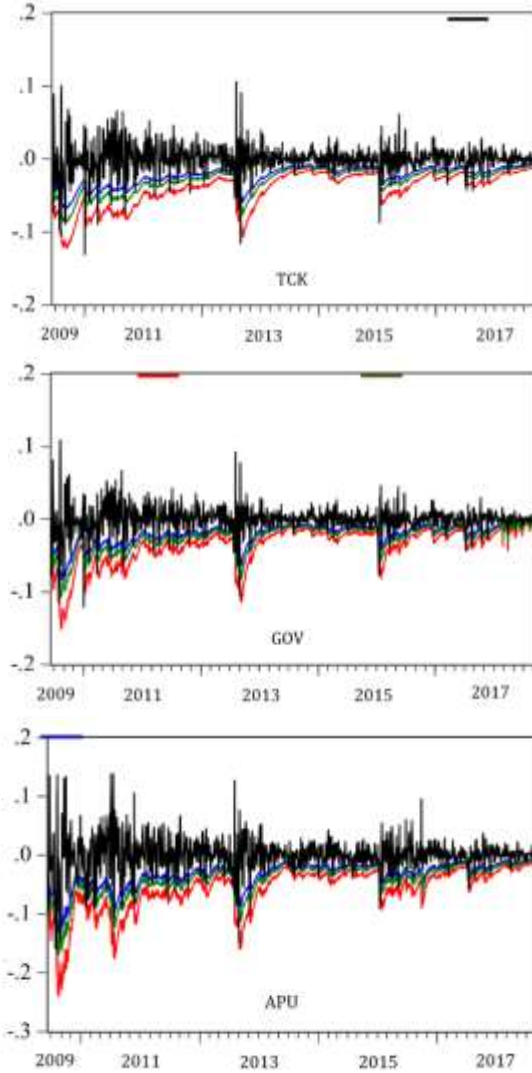
Хүснэгт 5-д үзүүлсэн үр дүнгээс бүх индексүүдийн хувьд эрсдлийг оновчтой үнэлэх хамгийн тохиромжтой загвар бол RM_3 болохыг харж болно. RM_3 нь тогтворгүй чанарыг илэрхийлэх бууралтын коэффициентийг үнэлэхдээ алдааны функц ашигладаг. Энэ загвар ТСК, АPU ба GOV индексүүдийн хувьд итгэх төвшин $\alpha = 0.05$ үед хүлээн зөвшөөрөгдсөн бол АPU ба GOV индексүүдийн хувьд зөвхөн итгэх төвшин $\alpha = 0.01$ үед зөвшөөрөгдөнө. Өрсөлдөгч загваруудын зөвхөн GOV индексийн хувьд итгэх төвшин $\alpha = 0.10$ ба $\alpha = 0.05$ зөвшөөрөгдөнө.

Хүснэгт 5. VaR үнэлгээ ба Кристоферсений тест

Индекс	RM_1 Загвар					
	Нормаль тархалт			Студентийн-t тархалт		
	0.1	0.05	0.01	0.1	0.05	0.01
ТСК	0.94	6.71	21.18	6.23	9.39	10.11
АPU	0.81	6.22	9.67	14.63	12.15	4.49
GOV	17.47	12.01	19.21	17.11	16.31	12.22
	RM_2 Загвар					
	Нормаль тархалт			Студентийн-t тархалт		
	0.1	0.05	0.01	0.1	0.05	0.01
ТСК	9.54	6.65	21.91	6.21	8.29	10.09
АPU	9.39	2.84	15.52	13.97	13.96	6.05
GOV	4.01	12.01	43.97	12.87	16.01	24.78
RM_3 Загвар						

	Нормаль тархалт			Стюdentийн-t тархалт		
	0.1	0.05	0.01	0.1	0.05	0.01
TCK	3.32	3.12	21.91	9.19	6.23	16.79
APU	4.57	4.64	19.21	55.14	7.12	6.97
GOV	10.73	2.97	22.43	14.98	10.04	7.11

$\chi^2_{(2)}$ -критик утга 4.605(90%), 5.991 (95%) ба 9.210 (99%). Загварын хүлээн зөвшөөрөгдсөн утгуудыг тодоор бичлээ. Зураг 3. RM₃ загварын VaR үнэлгээ



ДУГНЭЛТ

Эрсдлийг шинжлэх, урьдчилан таамаглах түгээмэл дэлгэрсэн арга болох RiskMetric аргыг Монгол улсад болж буй эдийн засгийн хямралтай уялдуулан сайжруулсан. 2009 оны 1 дүгээр сарын 2-ноос 2017 оны 12 дугаар сарын 28-ны хоорондох ТСК, АПУ ба GOV индексүүдийн өдөр тутмын өгөгдлийг ашигласан. Эхлээд бид бууралтын коэффициентийн туршилтын үнэлгээг хийсэн бөгөөд үүндээ дундаж квадрат алдаа ба алдааны функцүүдийг (Гонзалес-Ривиера [8]) тус тус ашиглалаа.

Бууралтын коэффициентийн үнэлгээг ашиглан Фан ба Вей [7] нарын судалгаандаа хүрсэн үр дүнтэй ижил үр дүнг гарган авсан. Тодруулбал ТСК ба GOV индексүүдийн хувьд RiskMetric үнэлгээ нь шинээр олсон вариациудад бага жин оноох ба улмаар бууралтын коэффициентүүдийг бага үнэлдэг болох нь тогтоогдсон. Харин АПУ тохиолдолд RiskMetric нь бууралтын коэффициентийг ихээр үнэлсэн учир нь шинэ вариациудад илүү жин харгалзуулсан. Хэдийгээр сонгодог RiskMetric загварыг бид эдийн засгийн хямралтай үед Монгол улсын хөрөнгийн зах зээлийн тогтворгүй чанарыг харуулахад хангалттай хэмээн харуулахыг зорьсон боловч Хүснэгт 5-д үзүүлсэн үр дүнгээс харахад дундаж квадрат алдаа ба алдааны функц тус тус ашиглах нь VaR үнэлгээний хувьд ялгаатай байв. Улмаар RM_3 загвар нь бүх индексүүдийн хувьд өрсөлдөгч загваруудаас илүү үр дүнтэй байх нь харагдаж байна. Иймд судлаачид, хөрөнгө оруулагчид RiskMetric аргын эрсдлийг таамаглах чадварыг нэмэгдүүлэхийн тулд бууралтын коэффициентийг үнэлэхдээ алдааны функц ашиглах нь зүйтэй юм.

НОМ ЗҮЙ

- [1] Ган-Очир Д., Цэнгүүнжав Б., Цэнддорж Д., Мөнхбаяр Б., *Монгол улсын эдийн засгийн мөчлөг, түүнд нөлөөлөгч хүчин зүйлс*. Монгол банк, Судалгааны ажил 2017, Товхимол 12
- [2] Beder T. S., "VaR: Seductive but Dangerous", *Financial Analysts Journal*, 1995, 51, 12-24.
- [3] Bollerslev T., "Generalized autoregressive heteroskedasticity", *Journal of Econometrics*, 1986, 31: 307-327.
- [4] Christoffersen P., "Evaluating Interval Forecasts", *International Economic Review*, 1998, 39(4): 841-862.
- [5] Degiannakis S., Christos F., and Alexandra L., "Evaluating value-at-risk models before and after the financial crisis of 2008: International evidence", *Managerial Finance*, 2011, 38: 4-25.
- [6] Engle, R. F., "Autoregressive, conditional heteroskedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation", *Econometrica*, 1982, 50: 987-1007.
- [7] Fan Y., Wei Y.M., and Xu W.X., "Application of VaR methodology to risk management in the stock market in China", *Computers & Industrial Engineering*, 2004, 46: 383-388.
- [8] Gonzales-Rivera, G., Lee, T.H., Yoldas, E., "Optimality of the RiskMetrics VaR model", *Finance Research Letters*, 2007, 4: 137-145.

- [9] Hammoudeh, S., Malik, F., and McAleer, M., "Risk management of precious metals", *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 2011, 51: 435-441.
- [10] Hull, J. C., "Options, Futures, and Other Derivatives", Seventh Edition, (Pearson Education), 2008.
- [11] Kupiec, P.H., "Techniques for Verifying the Accuracy of Risk Measurement Models", *The Journal of Derivatives*, 1995, 3: 73-84.
- [12] Linsmeier, T., and Pearson, N., "Value at Risk", *Financial Analysts Journal*, 2000, 56: 47-67.
- [13] McMillan, D., and Kambouroudis, D., "Are RiskMetrics forecast good enough? Evidence from 31 stock markets", *International Review of Financial Analysis*, 2009, 18: 117-124.
- [14] Morgan, J.P., "*Risk Metrics technology document*" (4th ed.) 1996.
- [15] Oanea, D. C., Anghelache, V. G., Zugravu, B., "Econometric Model for Risk Forecasting", *Romanian Statistical Review*, 2013, Supplement no.2: 123-127.
- [16] Paika, S and Kondor, I., "Evaluating the RiskMetrics methodology in measuring volatility and Value-at-Risk in financial markets", *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 2001, 299: 305-310.
- [17] Sollis, R., "Value at risk: a critical overview", *Journal of Finance Regulation and Compliance*, 2009, 17: 398-414.
- [18] Tse, Y. K., "Stock Returns Volatility in the Tokyo Stock Exchange", *Japan and the World Economy*, 1991, 3: 285-298.
- [19] Tse, Y. K., and Tung, S. H., "Forecasting Volatility in the Singapore Stock Market", *Asia Pacific Journal of Management*, 1992, 9: 1-13.
- [20] Wilson, T., "Value at Risk - Risk management and Analysis", Vol.1: Measuring and Modelling Financial Risk, (John Wiley & Sons), 1998.
- [21] Zumbach, G., "A gentle introduction to the RM 2006 methodology", *RiskMetrics Group*, New York.
- [22] Zugravu, B., Oanea, D. C., Anghelache, V. G., "Analysis Based on the Risk Metrics Model", *Romanian Statistical Review*, 2013, Supplement no.2: 145-154.