

Магістерська дисертація
**“Як новини, пов’язані з війною,
впливають на обмінний курс
чорного ринку в Україні?”**

Науковий керівник:

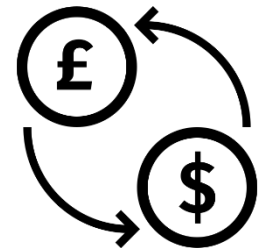
д.т.н., професор Подладчіков В.М.

Виконав:

Студент 6 курсу групи КА-41м Лулу К.М.

Актуальність

- Протягом 2014 – 2015 років новини, пов'язані з війною на Сході України, були домінуючими в інформаційному просторі. Також, широко обговорювалася динаміка та рівень обмінного курсу валют.
- Очевидно, що новини з конфлікту впливають на довіру до української валюти. У свою чергу, зниження довіри призводить до збільшення попиту на більш стійкі активи, наприклад, долари США, що відображається на обмінному курсі валют.
- Дослідження чорного валютного ринку дозволить зрозуміти детермінанти ціноутворення вільного ринкового обмінного курсу та неефективності, які на ньому існують.



Постановка задачі

- ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ:
 - Детермінанти ціноутворення на чорному валютному ринку в Україні
- ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕННЯ:
 - Вплив новин, пов'язаних з воєнним конфліктом, на коливання валютного курсу на чорному ринку в Україні
- ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ:
 - Дослідити чорний валютний ринок
 - Проаналізувати ціноутворення курсу валют за допомогою регресійного та байєсівського підходів
 - Дослідити неефективності чорного валютного ринку

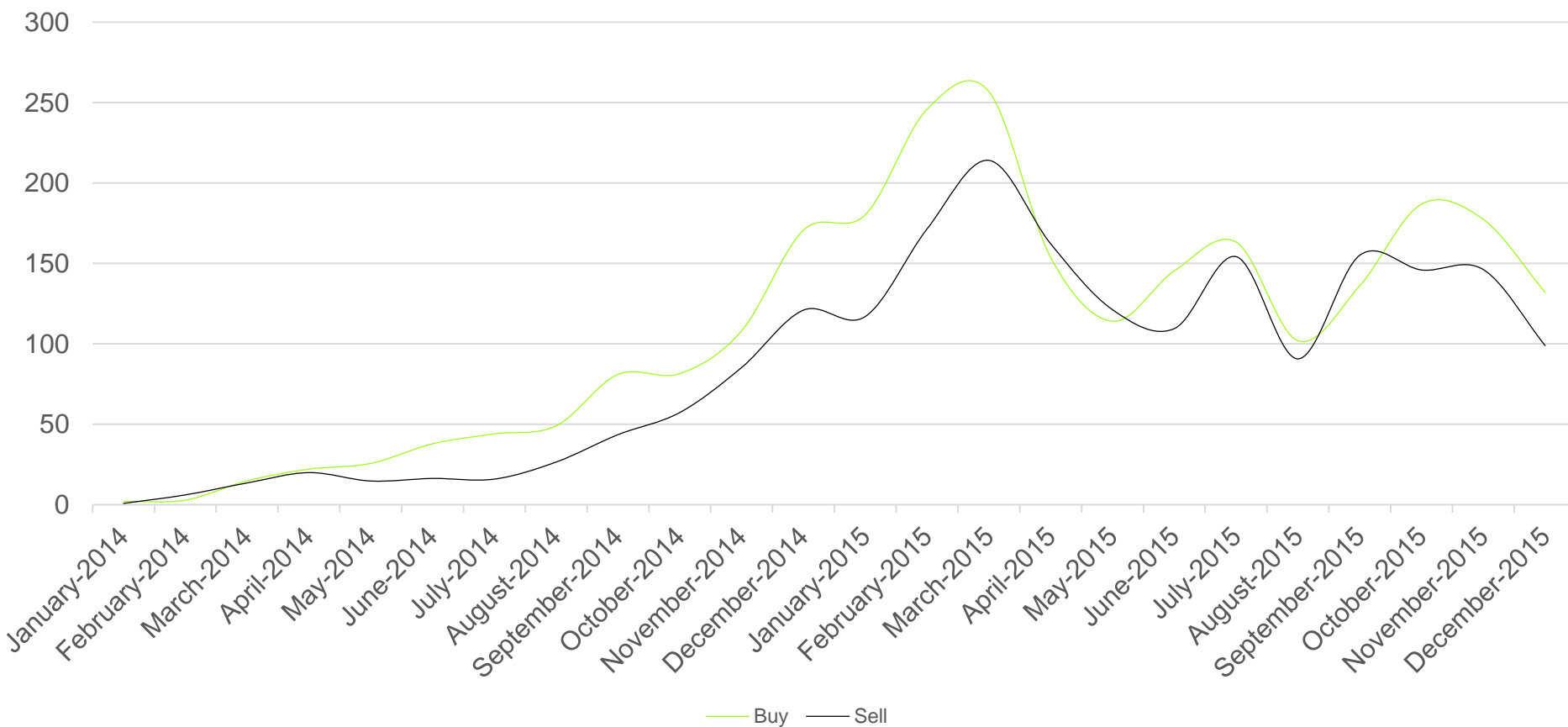
Використані дані в дослідженні

- ✓ Обмінний курс чорного валютного ринку finance.ua
- ✓ Оброблені новини з воєнного конфлікту (отримані від проф. Жукова, Мічиганський університет)
- ✓ Відсоткова ставка овернайт НБУ
- ✓ Валютні обмеження НБУ
- ✓ Офіційний валютний курс
- ✓ Валютні інтервенції НБУ
- ✓ Чистий попит на чорному ринку валют

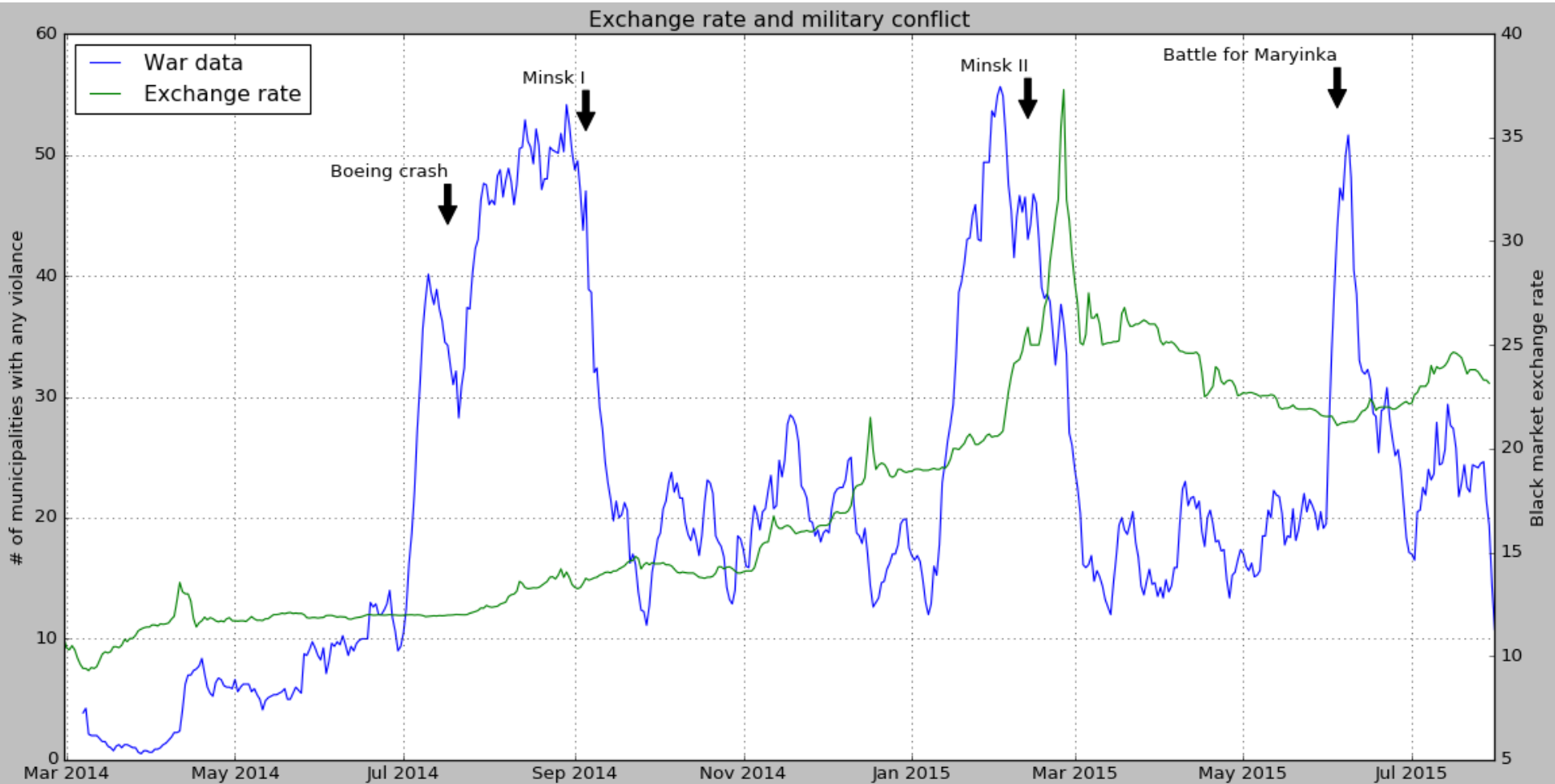


Об'єм чорного ринку валют finance.ua

Об'єм чорного ринку (млн доларів США)



Динаміка воєнного конфлікту та чорного курсу валют



Валютні обмеження НБУ (1)

- Дані, що відображають обмеження НБУ були отримані вручну з указів і звітів, пов'язаних з грошово-кредитними і фінансовими операціями НБУ.
- Три категоріальні змінні і набір фіктивних змінних були побудовані на основі обробленої інформації:
 - Відсоток прибутку експортірів, що повинен бути проданий на офіційному міжбанківському ринку валют
 - Максимально допустима кількість готівки у гривні, що може бути обмінена протягом дня
 - Максимально допустима кількість готівки у гривні, що може бути отримана протягом дня через банкомат, касу і т.д.
 - Набір фіктивних змінних, що вказують зміни в процедурі покупки іноземної валюти комерційними банками за дорученням клієнта

Валютні обмеження НБУ (2)

- Проте, після перетворення кожної категоріальної змінної в набір фіктивних змінних, стовпці отриманої матриці виявилися лінійно залежними.
- Причиною лінійної залежності між стовпцями наведеної матриці є прийняття ряду обмежень під одним і тим же указом (датою).
- Для того, щоб вирішити проблему лінійної залежності був застосований **метод головних компонент** (principal component analysis).

Метод головних компонент (1)

- Основна ідея методу головних компонент полягає в створенні нових m змінних або основних компонент, і на основі яких n початкових змінних можуть бути лінійно відновлені з мінімальними втратами інформації (де $m < n$).
- Число головних компонент m називають ефективною розмірністю. Поріг ϵ для втрат $E[m]$ встановлюється на рівні 0,05 (або 5%).

$$E[m] = \frac{\sum_{m+1}^n \lambda_k}{\sum_1^n \lambda_k} \leq 0.05$$

де λ_i - i – е власне значення матриці $F^T F$ (F – початкова матриця змінних).

Метод головних компонент (2)

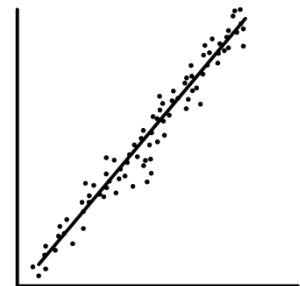
- Отже, ми побудували **п'ять** основних компонент, які не є лінійно залежними, зберігаючи при цьому більше 95% інформації про початковий набір змінних

| | PC1 | PC2 | PC3 | PC4 | PC5 | PC6 | PC7 | PC8 | PC9 |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Standard deviation | 1.90 | 1.49 | 1.01 | 0.97 | 0.91 | 0.52 | 0.31 | 0.15 | 0.00 |
| Proportion of Variance | 0.40 | 0.25 | 0.11 | 0.10 | 0.09 | 0.03 | 0.01 | 0.00 | 0.00 |
| Cumulative Proportion | 0.40 | 0.65 | 0.76 | 0.86 | 0.96 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Підходи до моделювання валютного курсу

Під час дослідження було застосовано два підходи для моделювання обмінного курсу валют на чорному ринку:

- Класичні регресійні моделі ARIMA - GARCH
- Байєсівські моделі усереднення (Bayesian model averaging)



Регресійна модель ARIMA – GARCH (1)

Економетрична модель для «середнього» рівняння:

$$\begin{aligned} \Delta \ln(BM)_t &= \beta_0 + \sum_{k=1}^{n_1} \alpha_k \ln(\text{Надлишковий Попит})_{t-k} + \sum_{k=0}^{n_2} \beta_k \ln\left(\frac{\text{Інтервенції Продаж}}{\text{Інтервенції Купівля}}\right)_{t-k} + \\ &+ \sum_{k=0}^{n_3} \gamma_k \Delta \ln(\text{Ставка НБУ})_{t-k} + \sum_{j=1}^J \sum_{k=0}^{m_j} \delta_{kj} \Delta \ln(\text{Новини}_j)_{t-k} + \sum_{k=1}^5 \theta_k PC_k + \eta_t \\ \eta_t &= \sum_{k=1}^p \varphi_k \eta_{t-k} - \sum_{k=1}^q \psi_k z_{t-k} + z_t \end{aligned}$$

де BM – валютний курс чорного ринку, Новини_j – j -а метрик з набору воєнних новин, PC_k – k -а головна компонента, що стосується обмежень НБУ, $\eta_t \sim \text{ARMA}(p, q)$ процес.

Регресійна модель ARIMA – GARCH (2)

Результати моделювання:

| | Estimate | t value | Pr(> t) |
|--|----------|---------|----------|
| AR(-1) | 0.936 | 14.94 | 0.00 |
| MA(-1) | -0.593 | -7.49 | 0.00 |
| MA(-2) | -0.262 | -4.94 | 0.00 |
| Intercept | -0.004 | -3.23 | 0.00 |
| Excess Demand(-1) | 0.015 | 14.61 | 0.00 |
| NBU Overnigth Rate(-2) | 0.041 | 2.33 | 0.02 |
| NBU Net Interventions(-2) | -0.000 | -1.41 | 0.16 |
| # of municipalities with WIA Civillian(-2) | 0.001 | 2.00 | 0.05 |
| # of municipalities with any violent event(-3) | 0.001 | 1.58 | 0.11 |
| PC#1 | 0.001 | 1.75 | 0.08 |
| PC#5 | 0.004 | 3.02 | 0.00 |

Регресійна модель ARIMA – GARCH (3)

Залишки з «середнього» рівняння моделювалися за допомогою наступної GARCH (1,1) моделі:

$$\varepsilon_t = \sigma_t * e_t$$

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 + \sum_{k=0}^L \lambda_k \Delta LBM R_{t-k}$$

$$LBM R[t] = \log\left(\frac{BR[t]}{OR[t]}\right)$$

де $LBM R$ – логарифмічна премія чорного ринку, e_t – помилка, що розподілена за асиметричним розподілом Стюдента, $BR[t]$ – валютний курс чорного ринку, $OR[t]$ – офіційний валютний курс НБУ

Регресійна модель ARIMA – GARCH (4)

Результати моделювання залишків «середнього» рівняння:

| | Coef. | t-stat. | p-value |
|---------------------------|--------|---------|---------|
| Constant (Mean model) | -0.001 | -1.66 | 0.10 |
| Constant (Variance model) | 0.000 | 2.79 | 0.01 |
| ARCH term | 0.507 | 2.90 | 0.00 |
| GARCH term | 0.444 | 4.33 | 0.00 |
| Black market premium | 0.001 | 1.80 | 0.07 |
| skew | 0.976 | 15.91 | 0.00 |
| shape | 3.217 | 6.11 | 0.00 |

Байєсівська модель усереднення (1)

- Дозволяє врахувати степінь невизначенності щодо фінальної моделі у регресійному підході
- Обчислює апостеріорні ймовірності для усіх моделей з допустимого простору (повний перебір)
- Конструює взважене середнє по найбільш ймовірним моделям

$$\Pr(\beta|D) = \sum_{l=1}^{2^n} \Pr(\beta|M_l, D) * \Pr(M_l|D)$$

$$\Pr(\beta \neq 0) = \sum_{k \in \{i: \beta \neq 0 \text{ in } M_i\}} \Pr(M_k|D)$$

де M_l – l-а модель з простору моделей, $\Pr(M_l|D)$ – апостеріорна ймовірність моделі, $\Pr(\beta|M_l, D)$ - апостеріорний розподіл β при l-ій моделі

Байєсівська модель усереднення (2)

- Результати моделювання:

| | $P(b \lessgtr 0)$ | $E(b b \lessgtr 0)$ | $Std(b b \lessgtr 0)$ |
|--|-------------------|---------------------|-----------------------|
| Excess Demand(-1) | 1.000 | 0.013 | 0.001 |
| BM Rate(-1) - BM Rate(-2) | 1.000 | 0.242 | 0.037 |
| PC#1 | 0.997 | 0.001 | 0.000 |
| PC#5 | 0.947 | 0.002 | 0.001 |
| NBU Net Interventions(-2) | 0.528 | -0.001 | 0.000 |
| # of municipalities with WIA Civillian(-2) | 0.512 | 0.002 | 0.001 |
| NBU Overnigth Rate(-2) | 0.382 | 0.035 | 0.019 |
| # of municipalities with any violent event(-3) | 0.208 | 0.001 | 0.001 |

- Математичні сподівання змінних є дуже близькими до значень, отриманих за допомогою регресійного аналізу, що свідчить про адекватність застосованої специфікації динаміки валютного курсу

Висновки

- **Новини з конфлікту** призводять до **збільшення** валютного курсу та діють з затримкою у два-три дні
- **Ефект обмежень** НБУ, що були введені на офіційному валютному ринку, та процентна ставка НБУ є статистично значущими, крім того їх ефект є більш істотним з економічної точки зору, аніж **ефект новин**.
- Ціноутворенню на чорному валютному ринку характерні **неефективності**, які проявляються у тому, що надлишковий попит вчора та різниця між вчорашнім та позавчорашнім курсом є **ключовими детермінантами** сьогоднішнього валютного курсу.

Шляхи розвитку

- Використання даних з депозитних рахунків в комерційних банках
- Використання даних по грошовим переказам з-за меж України
- Застосування нейронних мереж та інших композиційних методів при моделюванні валютного курсу

Публікації

- Лулу К.М. Аналіз ефекту новин, пов'язаних з війною, на обмінний курс чорного ринку в Україні [Електронний ресурс] / Лулу К.М. // IASA – 2016 р. – 34 стр. – Режим доступу: http://sait.kpi.ua/media/filer_public/73/32/7332a68e-e93b-4c57-a3c866f11ee074cd/sait2016ebook.pdf

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ