

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИ ІНСТИТУТ ІМ. ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Системний підхід до аналізу і прогнозування фінансових ризиків

Виконала:

Студентка групи КА-31
Мельник Юлія

Науковий керівник:

д.т.н., проф. Бідюк П.І.

Київ-2017

Актуальність теми дослідження

- **Актуальність теми** даної роботи полягає у необхідності прогнозування фінансово-економічних процесів для прийняття обґрунтованих управлінських рішень, насамперед пов'язаних з менеджментом фінансових ризиків.

Об'єкт, предмет, мета дослідження

- **Об'єкт дослідження** – нестационарні гетероскедастичні фінансово-економічні процеси.
- **Предмет дослідження** – математичні моделі і методи опису гетероскедастичних процесів, оцінювання та аналізу якості прогнозів, а також моделі оцінювання ринкових ризиків.
- **Метою роботи** є побудова адекватних моделей гетоскедастичних процесів для прогнозування волатильності та оцінювання ринкових ризиків на їх основі.

Постановка задачі

- Ознайомитись із сучасними математичними моделями для моделювання та прогнозування нестационарних гетероскедастичних фінансово-економічних процесів, методами оцінювання фінансових ризиків.
- Підготувати статистичні дані для виконання обчислювальних експериментів.
- Побудувати математичні моделі гетоскедастичних процесів для прогнозування волатильності та оцінити ринковий ризик на їх основі.
- Проаналізувати отримані результати та зробити відповідні висновки.

Фінансовий ризик

- **Фінансовий ризик** — ризик, пов'язаний з імовірністю втрат фінансових ресурсів (грошових коштів).
- **Системний характер управління ризиком** - комплексний розгляд сукупності всіх ризиків як єдиного цілого з урахуванням всіх взаємозв'язків і можливих наслідків, що має на увазі високоспеціалізований характер прийняття рішень щодо управління ризиком, а також проведення єдиної політики управління ризиками.

Фінансовий ризик

- **принципи**

Фондовий ризик

- **Фондовий ризик** - це ризик збитків, який може виникнути внаслідок несприятливої зміни ринкових цін на фондові цінності торгового портфеля і похідні фінансові інструменти під впливом деяких факторів, які можуть бути пов'язані як з емітентом фондових цінностей і похідних фінансових інструментів, так і загальними коливаннями ринкових цін на фінансові інструменти.

Використані моделі

P_t — ціна акції або значення індексу деякого фінансового інструменту в момент часу t .

Залежна змінна y_t — логарифмічна доходність $\ln P_t / P_{t-1}$

Модель для розрахунку та прогнозування волатильності: $y_t = c + \sum_{i=1}^s a_i y_{t-i} + \varepsilon_t + \sum_{i=1}^r b_i \varepsilon_{t-i}$

$$\varepsilon_t = \sigma_t \xi_t$$

$$GARCH(p,q): \sigma^2_t = k + \sum_{i=1}^p \alpha_i \sigma^2_{t-i} + \sum_{j=1}^q \beta_j \varepsilon_{t-j}^2$$

$$EGARCH(p,q): \log(\sigma^2_t) = k + \sum_{i=1}^p \alpha_i \log(\sigma^2_{t-i}) + \sum_{j=1}^q \beta_j \frac{|\varepsilon_{t-j}|}{\sigma_{t-j}} + \sum_{j=1}^q \gamma_j \frac{\varepsilon_{t-j}}{\sigma_{t-j}}$$

$$GJR(p,q): \sigma^2_t = k + \sum_{i=1}^p \alpha_i \sigma^2_{t-i} + \sum_{j=1}^q \beta_j \varepsilon_{t-j}^2 + \sum_{j=1}^q \gamma_j I[\varepsilon_{t-j} < 0] \varepsilon_{t-j}^2$$

Показники якості моделей

- Коефіцієнт детермінації $R^2 = \frac{\text{var}(\hat{y})}{\text{var}(y)}$

- Сума квадратів похибок моделі $SSE = \sum_{i=1}^N (y_i - \hat{y}_i)^2$

- Середньоквадратична похибка $RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (y_i - \hat{y}_i)^2}{N}}$

- Статистика Дарбіна-Уотсона $DW = \frac{\sum_{i=2}^N (\varepsilon_i - \varepsilon_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^N \varepsilon_i^2}$

- Функція логариф. правдоподібності: $\text{Log}L = -\frac{N}{2} \left(1 + \log(2 \cdot \pi) + \log \left(\frac{\sum_{i=1}^N (y_i - \hat{y}_i)^2}{N} \right) \right)$

- Інформаційні критерії:

- Критерій Акайке $AIC = -\frac{2 \cdot l}{N} + \frac{2 \cdot k}{N}$

- Критерій Шварца $SC = -\frac{2 \cdot l}{N} + \frac{k \cdot \log N}{N}$

- Критерій Ханнана-Куїнна $HQ = -\frac{2 \cdot l}{N} + \frac{2 \cdot k \cdot \log(\log(N))}{N}$
 $k = p + q + 1$

Показники якості прогнозування

- Коефіцієнт Тейла $U = \frac{\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i - \hat{y}_i)^2}}{\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i)^2 + \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\hat{y}_i)^2}}$
- Середня похибка в процентах $MAE = \frac{1}{S} \sum_{i=1}^S \frac{y(k+s) - \hat{y}(k+s, k)}{y(k+s)} \times 100\%$
- Абсолютна середня похибка в процентах $MAPE = \frac{1}{S} \sum_{i=1}^S \frac{|y(k+s) - \hat{y}(k+s, k)|}{|y(k+s)|} \times 100\%$

Оцінювання торгівельного ризику

- VaR (Value at Risk) — це виражена в грошових одиницях базової валюти оцінка величини, яку не перевищать очікувані протягом даного періоду часу (часового горизонту) втрати з заданою ймовірністю (рівнем довіри).

$$P(VaR_{t+1} \geq r_{t+1}) = 1 - \alpha \quad VaR_{t+1|t} = F(\alpha) \hat{\sigma}_{t+1|t}$$

Основні характеристики:

- Рівень довіри
- Часовий горизонт для розрахунків
- Очікуваний об'єм ризикового капіталу

**Побудова математичних
моделей для оцінювання та
прогнозування ринкових
ризиків**

Вхідні дані

- Для роботи з побудови математичних моделей використовувався спеціалізований пакет **Econometric Views 9.5 Student Version** та MS Excel.

	A	B	C	D	E	F
1	Date	Price		Rate of Return		
2	04.01.2016	102,22	0	0		
3	05.01.2016	102,73	0,004989	0,009978478		
4	06.01.2016	102,97	0,002336	0,01465092		
5	07.01.2016	97,92	-0,04904	-0,093414379		
6	08.01.2016	97,33	-0,00603	-0,110137475		
7	11.01.2016	97,51	0,001849	-0,008351897		
8	12.01.2016	99,37	0,019075	0,04184869		
9	13.01.2016	95,44	-0,03955	-0,040948386		
10	14.01.2016	98,37	0,0307	-0,017698487		

Рисунок 1— Вхідні дані

Вхідні дані

Facebook (FB)

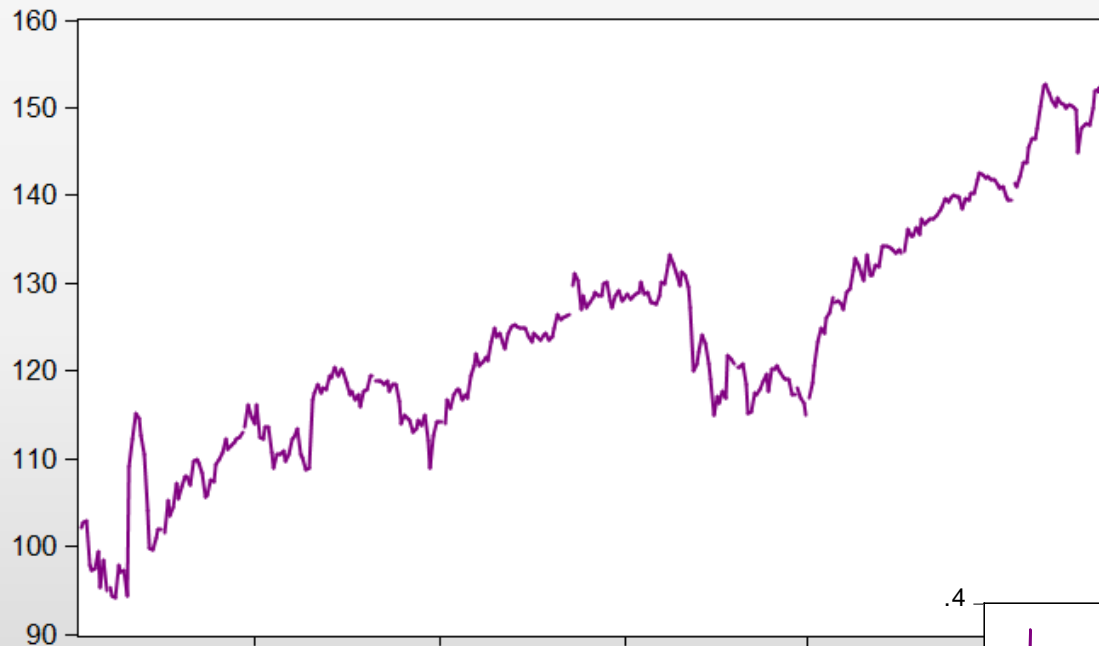


Рисунок 2 — Значення
цін закриття FB з
04.01.2016 по 30.05.2017

Rate of return

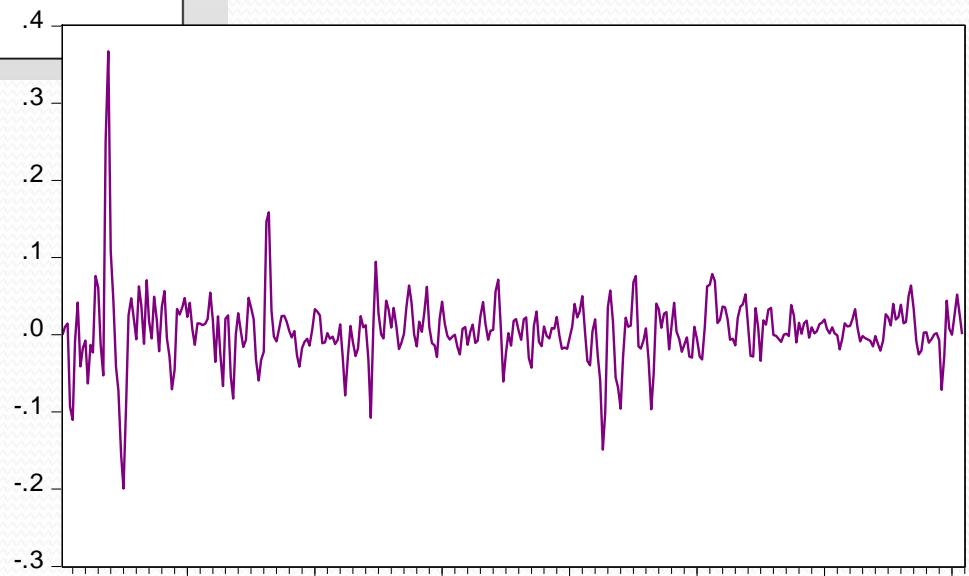


Рисунок 3 — Значення
доходностей акції FB

Побудовані моделей та аналіз отриманих результатів

$$\text{AR (1): } y(t) = 0,002356 + 0,527902 * y(t - 1) + e(t)$$

$$\text{ARCH(1): } \sigma^2(t) = 0,000158 + 0,798332 * \varepsilon^2(t - 1)$$

$$\text{GARCH (1,1): } \sigma^2(t) = 7,48 * 10^{-7} + 3,268366 * \sigma^2(t - 1) + 0,170812 * \varepsilon^2(t - 1)$$

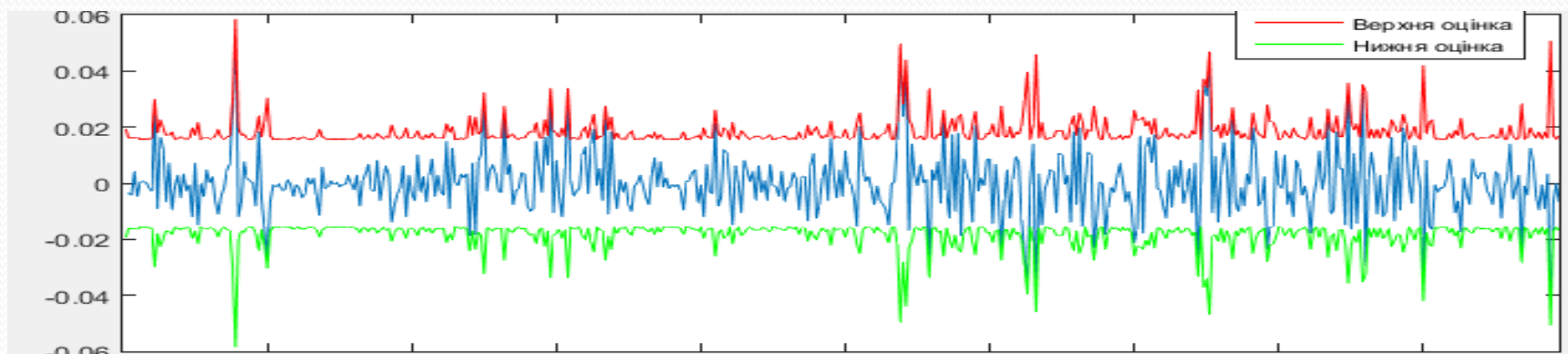
$$\text{EGARCH(1,1): } \log(\sigma^2(t)) = -8,766626 + 1,044892 * \log(\sigma^2(t - 1)) \\ + 1,217395 * \frac{|\varepsilon(t-1)|}{\sigma(t-1)} + 0,3996486 * \frac{\varepsilon(t-1)}{\sigma(t-1)}$$

$$\text{GJR (1,1): } \sigma^2(t) = 4,82 * 10^{-9} + 1,461161 * \sigma^2(t - 1) - 2,420035 * \varepsilon^2(t - 1) \\ + 0,854227 * I[\varepsilon(t - 1) < 0] \varepsilon^2(t - 1)$$

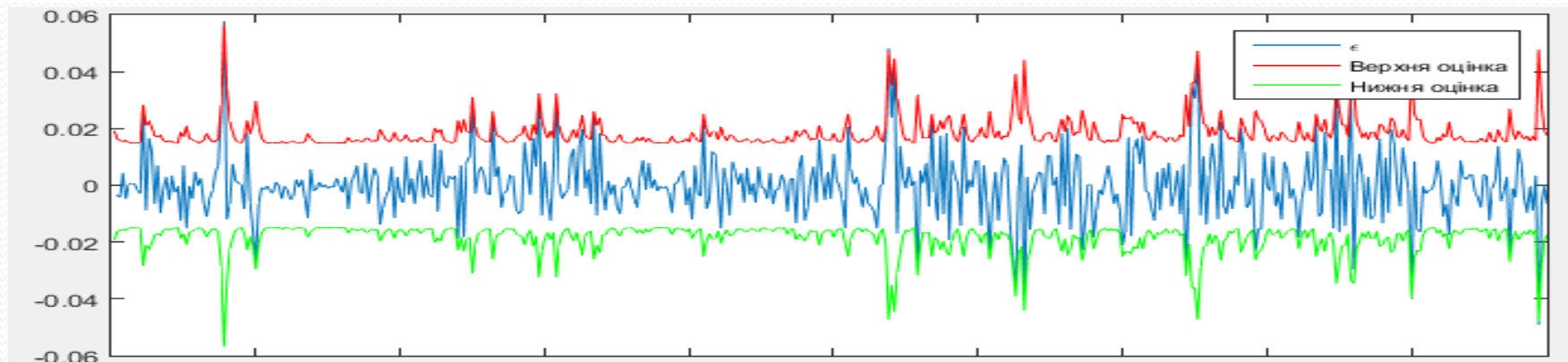
	LogL	AIC	SC	HQ
ARCH (1)	1750,072	-9,9152	-9,8603	-9,8933
GARCH(1,1)	1767,077	-10,0061	-9,9403	-9,9799
EGARCH(1,1)	1787,766	-10,1180	-10,0412	-10,0874
GJR(1,1)	1791,612	-10,1398	-10,063	-10,1093

Оцінка VaR 95%

ARCH(1)

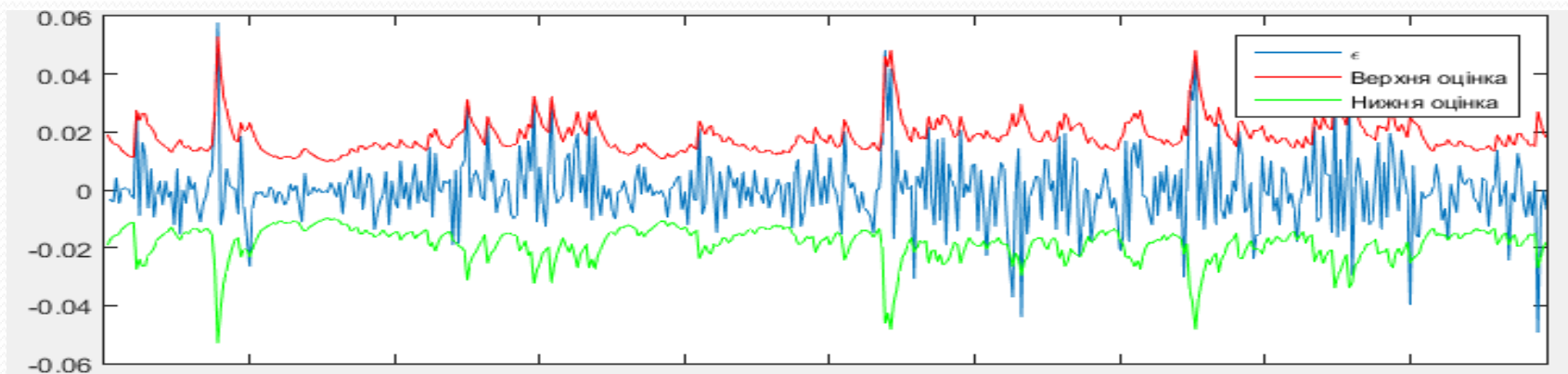


GARCH (1,1)

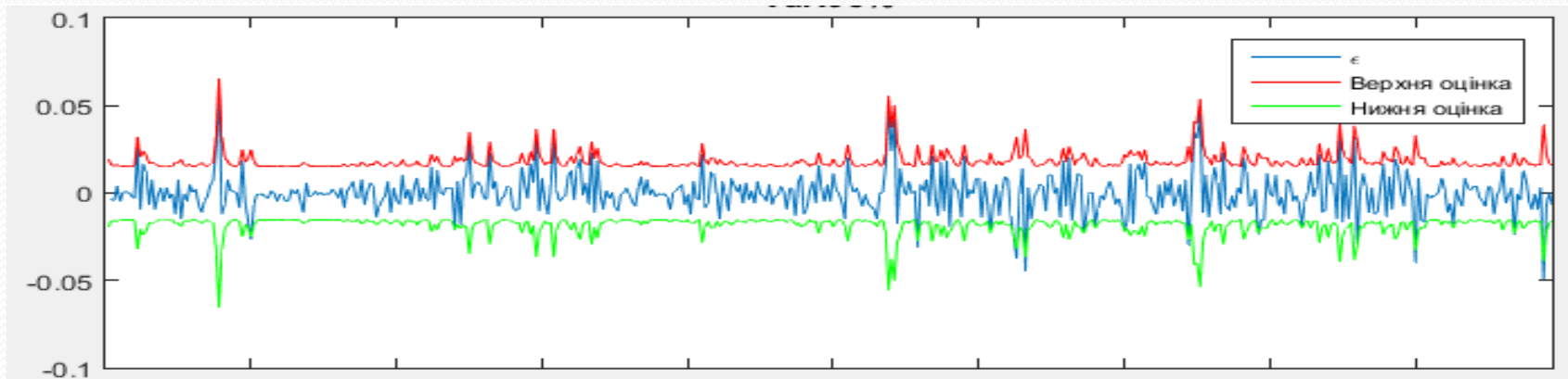


Оцінка VaR 95%

EGARCH(1,1)



GJR (1,1)

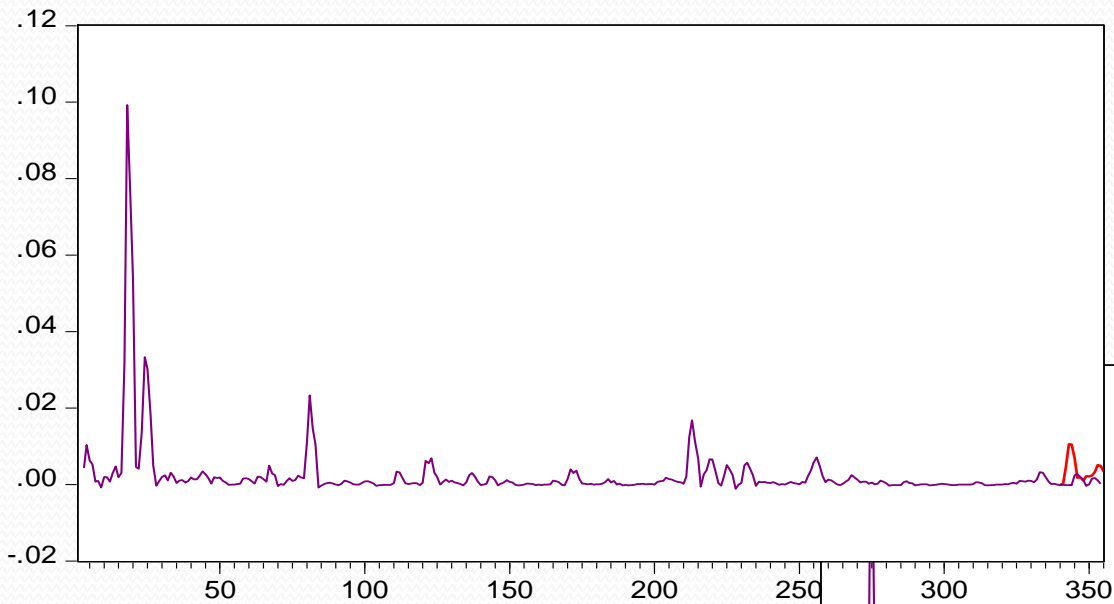


Бек-тестування

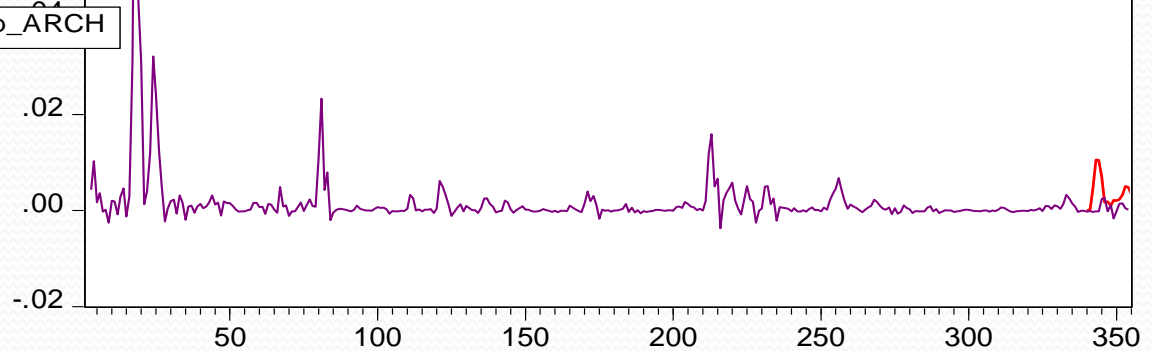
	VaR 95%	VaR 99%
ARCH(1)	(0) 100%	(0) 100%
GARCH(1,1)	(5) 99%	(0) 100%
EGARCH(1,1)	(17) 96.6%	(3) 99.4%
GJR(1,1)	(11) 97.78%	(0) 100%

Побудовані прогнози для моделей

ARCH(1)



— DISP_STATF — Disp_ARCH

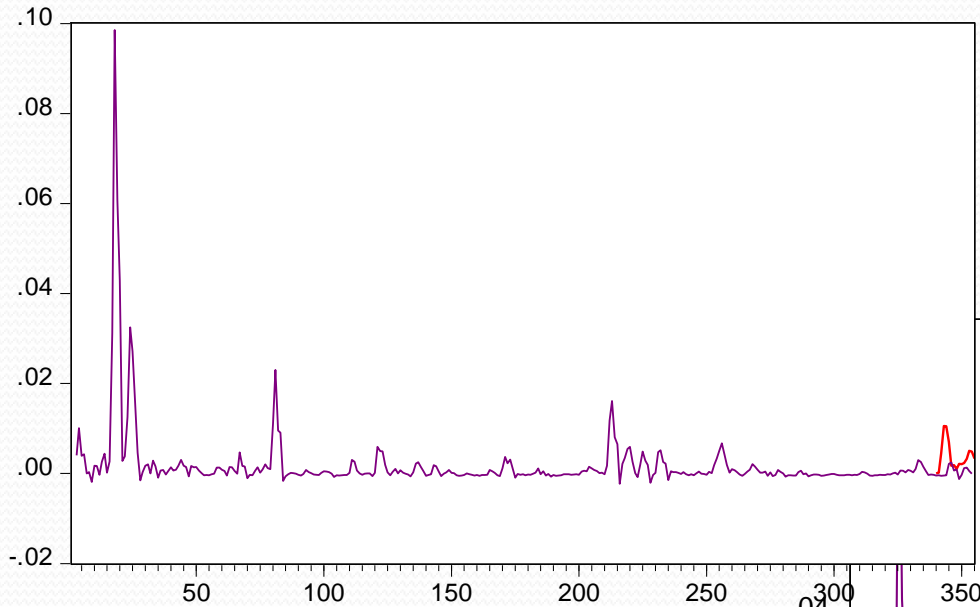


— DISP_STATF — DISP_GARCH

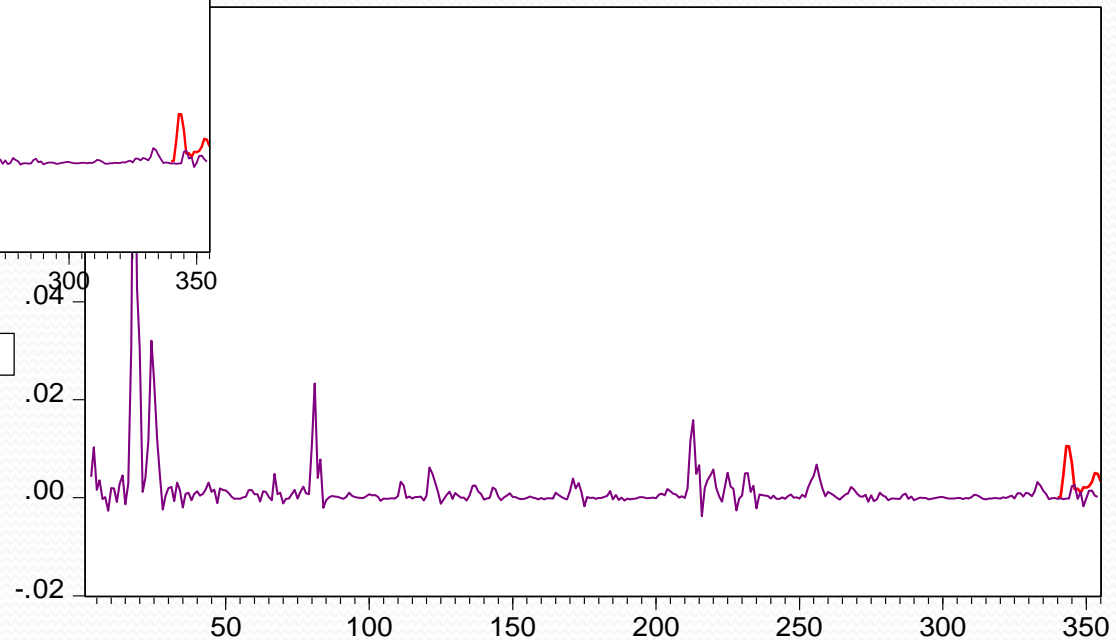
GARCH(1,1)

Побудовані прогнози для моделей

EGARCH(1,1)



GJR(1,1)



Legend: DISP_STATF (red line), DISP_GJR (purple line)

Оцінка якості прогнозу

	MAE	MAPE	U
ARCH (1)	0.000914	182.3416	0.945929
GARCH(1,1)	0.000845	181.3174	0.953787
EGARCH (1,1)	0.00086	181.9955	0.881002
GJR (1,1)	0.000851	211.0359	0.942877

Висновки

- ✓ Розглянуто загальну методологію моделювання і прогнозування нестационарних гетероскедастичних фінансово-економічних процесів з використанням статистичних даних та оцінювання ризикової вартості з їх допомогою.
- ✓ На основі статистичних даних та з використанням створених програмних додатків побудовані математичні моделі волатильності вибраних фінансових біржових процесів.
- ✓ Для оцінювання моделей процесів оцінок прогнозів використані множини статистичних критеріїв адекватності моделей та якості оцінок прогнозів.
- ✓ За допомогою оцінок прогнозів волатильності виконано обчислення обсягів можливих фінансових втрат при виконанні торговельних операцій на біржі за допомогою методології VaR.
- ✓ Отримані результати моделювання, прогнозування та оцінювання ризику свідчать про високу ефективність використаного підходу до аналізу нестационарних гетероскедастичних процесів.

Дякую за увагу!