



Методи і моделі прогнозування лінійних та нелінійних нестаціонарних процесів

Виконав: Студент гр. КА-42м

Качаловський А.С.

Науковий керівник: д.т.н., проф.

Бідюк П.І.

Об'єкт, предмет і мета дослідження

- Об'єкт дослідження – лінійні та нелінійні нестационарні фінансово-економічні процеси.
- Мета дослідження – виконати моделювання і прогнозування нестационарних фінансово-економічних процесів.
- Предмет дослідження – методи моделювання, а також оцінювання і аналізу якості прогнозів фінансово-економічних процесів.

Постановка задачі

- Виконати аналіз сучасних методів моделювання і прогнозування динаміки нестаціонарних фінансово-економічних процесів.
- Вибрати процеси і побудувати для них математичні моделі
- Виконати порівняльний аналіз результатів моделювання і прогнозування

Тест на наявність нестаціонарності та нелінійності

- Для виявлення наявності гетероскедастичності будується допоміжна модель регресії для квадратів залишків, які ми отримуємо в результаті побудови авторегресійної моделі 1-го порядку для вхідних даних.
- Якщо серед коефіцієнтів моделі є хоча б один статистично значущий, то процес гетероскедастичний

Використані типи моделей

Авторегресія:

$$y(k) = a_0 + a_1 y(k-1) + \dots + a_p y(k-p) = a_0 + \sum_{i=1}^p a_i y(k-i) + \varepsilon(k)$$

Авторегресія з трендом:

$$y(k) = a_0 + \sum_{i=1}^p a_i y(k-i) + \sum_{j=1}^q b_j t^j(k) + \varepsilon(k)$$

Використані типи моделей

Авторегресія з квадратичним трендом:

$$y(k) = a_0 + \sum_{i=1}^p a_i y(k-i) + \sum_{j=1}^q b_j t^j(k) + \varepsilon(k)$$

Узагальнена авторегресійна умовно гетероскедастична модель:

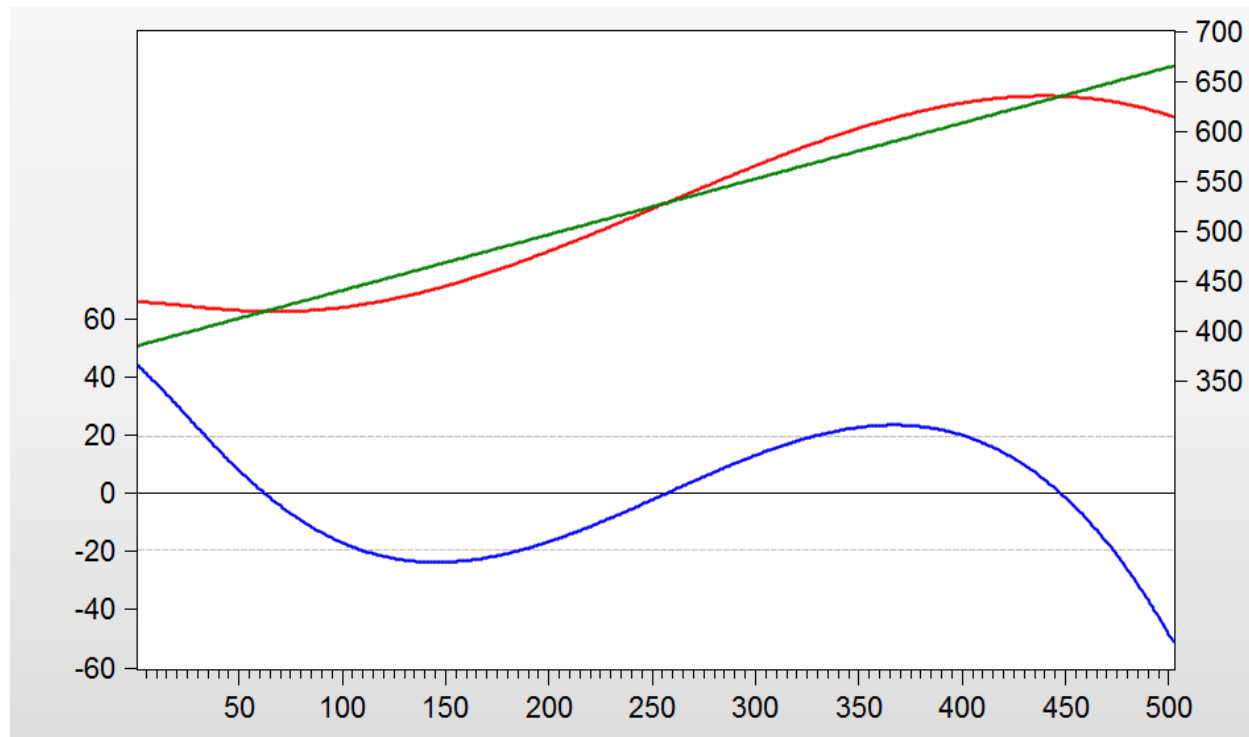
$$h(k) = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \hat{\varepsilon}^2(k-i) + \sum_{j=1}^p \beta_j h(k-j) + v(k)$$

Послідовність аналізу даних, моделей і прогнозів

- Оцінювання параметрів моделі: МНК; РМНК;
- Обчислення статистик якості моделей: R^2 , SSE, DW;
- Обчислення оцінок прогнозів;
- Обчислення статистик оцінок якості прогнозів: СКП, САВП, коефіцієнт Тейла;
- Виведення графіків і оцінок параметрів.

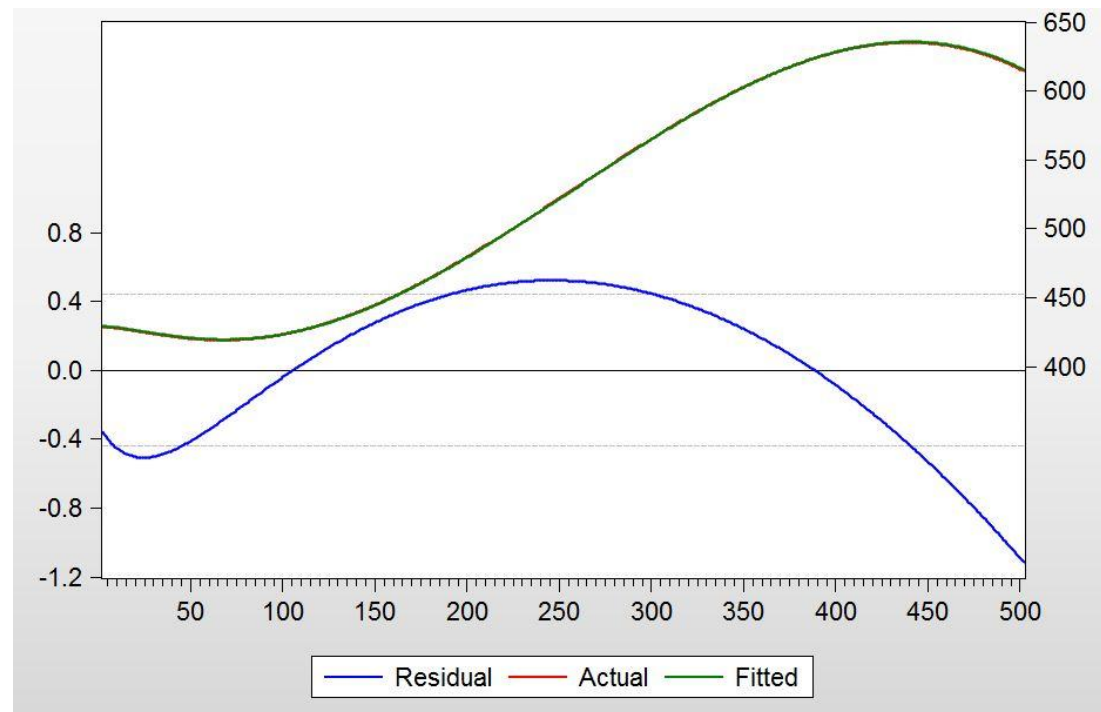
Модель цін на золото: тренд

$$\text{aurum}(k) = a_0 + a_1 * k + \varepsilon(k)$$



Модель ціни на золото: авторересія + тренд

$$aurum'(k) = 0.477358 + 0.999796 * aurum(k - 1)$$



Результати моделювання ціни на золото

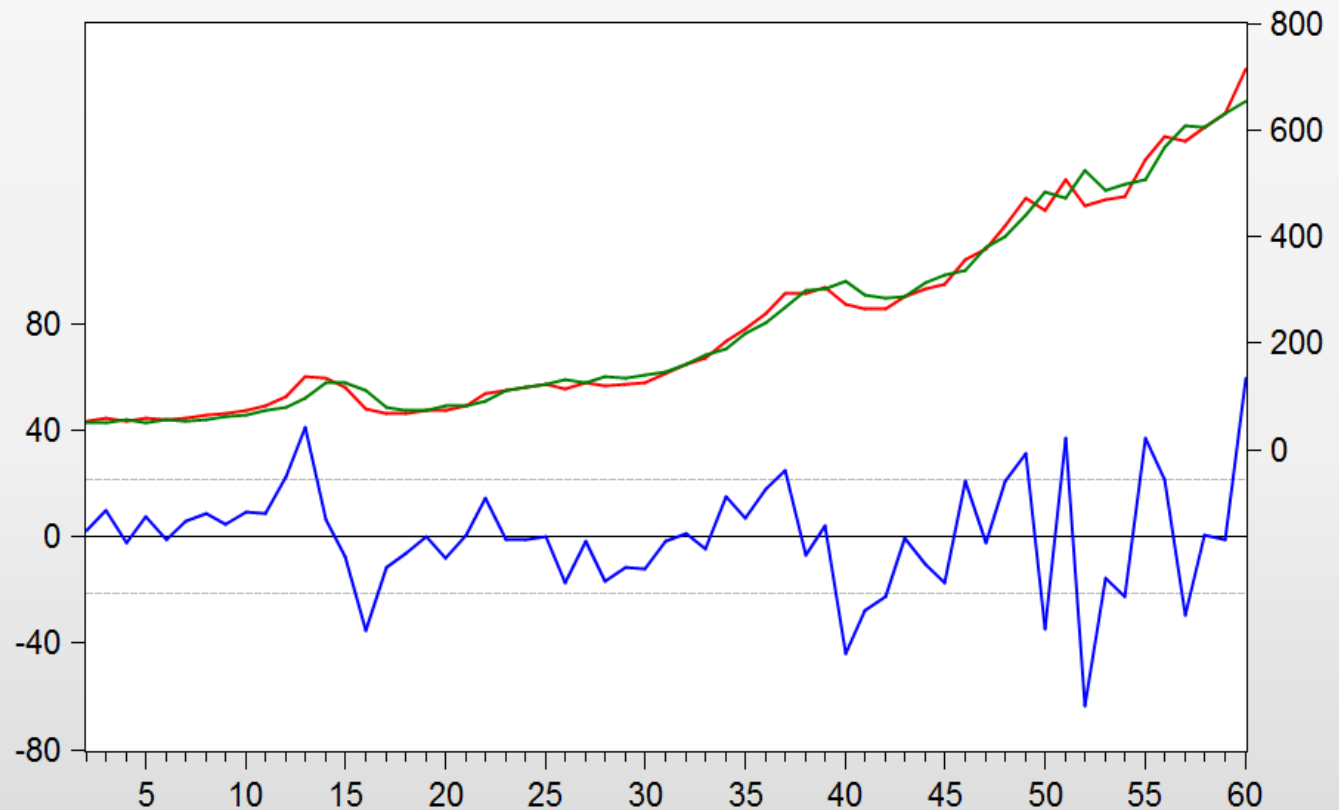
Модель	R2	SSE	DW
Авторегресія 1-го порядку	0,999973	93,789	0,00023
Авторегресія 2-го порядку	1	0,003341	0,003998
АР+тренд	0,9999	93,1679	0,000212
АР+квадратичний тренд	0,99999	33,27544	0,000356

Результати прогнозування ціни на золото

Модель	СКП	САВП	U
Авторегресія 1-го порядку	0,432671	0,0732	0,000407
Авторегресія 2-го порядку	0,002585	0,000297	0,000403
АР+тренд	0,431235	0,074063	0,000405
АР+квадратичний тренд	0,257717	0,04405	0,000242

Модель ціни на нафту: AR(1) + квадратичний тренд

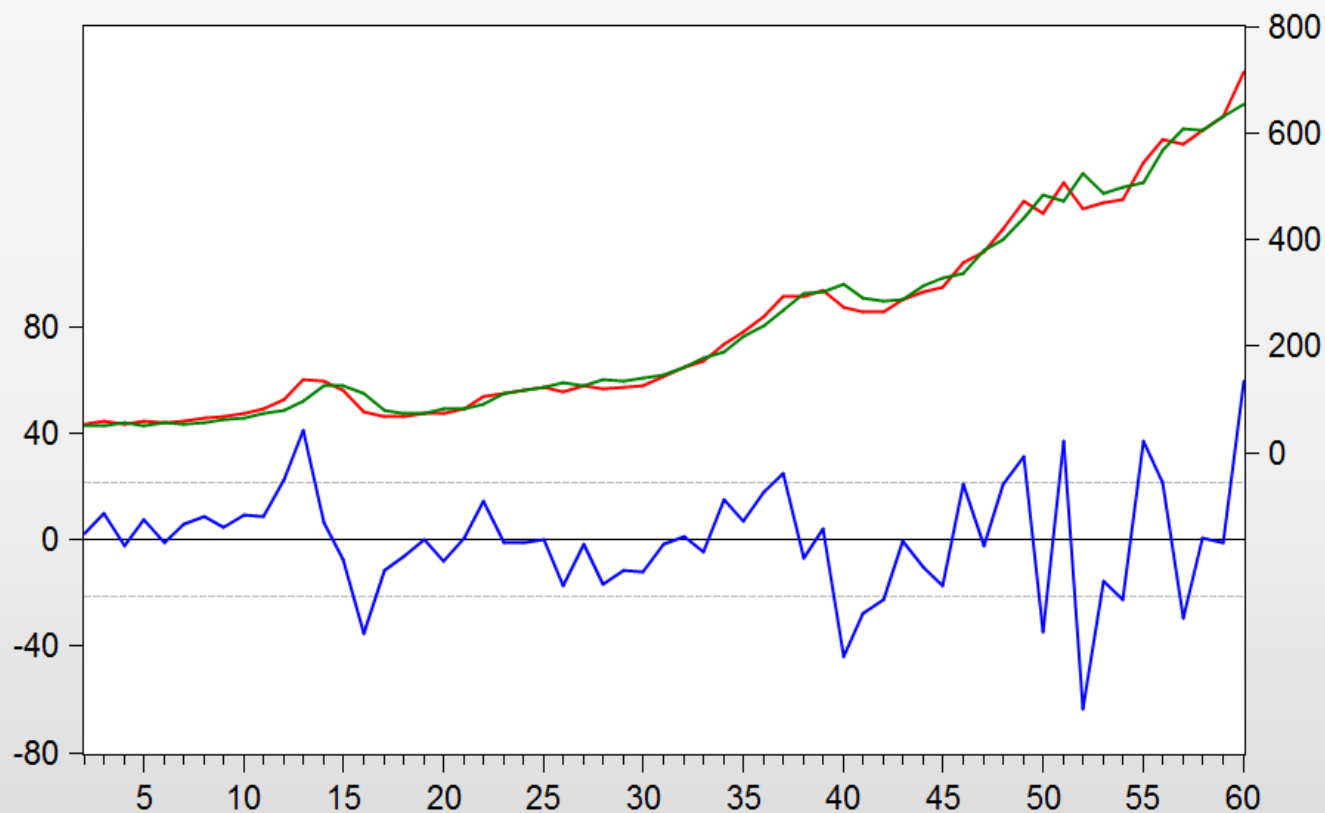
$$traffic(k) = a_0 + a_1 * k^2 + a_2 * traffic(k - 1) + \varepsilon(k)$$



Качаловський А.С.// Методи і моделі прогнозування лінійних та нелінійних нестационарних процесів

Модель ціни на нафту: Авторегресія 2-го порядку

$$traffic(k) = c1(k) + c2(k) * traffic(k - 1) + c3(k) * k$$



Качаловський А.С.// Методи і моделі
прогнозування лінійних та нелінійних
нестационарних процесів

Результати моделювання ціни на нафту

Модель	R2	SSE	DW
Авторегресія 1-го порядку	0,985219	28797,15	1,943058
Авторегресія 2-го порядку	0,984968	28764,67	1,887666
АР+тренд	0,985556	28140,23	1,904447
АР+квадратичний тренд	0,98678	25755,31	1,789986

Результати прогнозування ціни на нафту

Модель	СКП	САВП	U
Авторегресія 1-го порядку	22,0927	7,831744	0,036957
Авторегресія 2-го порядку	22,26977	7,881067	0,036946
АР+тренд	21,83926	7,993027	0,036532
АР+квадратичний тренд	20,89332	7,856288	0,034945

Етапи побудови моделі УАРУГ

- Для часового ряду ІСЦ будуємо авторегресійну модель першого порядку і генеруємо новий ряд із квадратів залишків після побудови АР моделі.
- За допомогою МНК обчислити оцінки коефіцієнтів рівняння для дисперсії залишків.

Етапи побудови моделі УАРУГ

Побудуємо модель УАРУГ – модель опису умовної дисперсії

$$h(k) = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon^2(k-i) + \sum_{j=1}^p \beta_j h(k-j) + v(k)$$

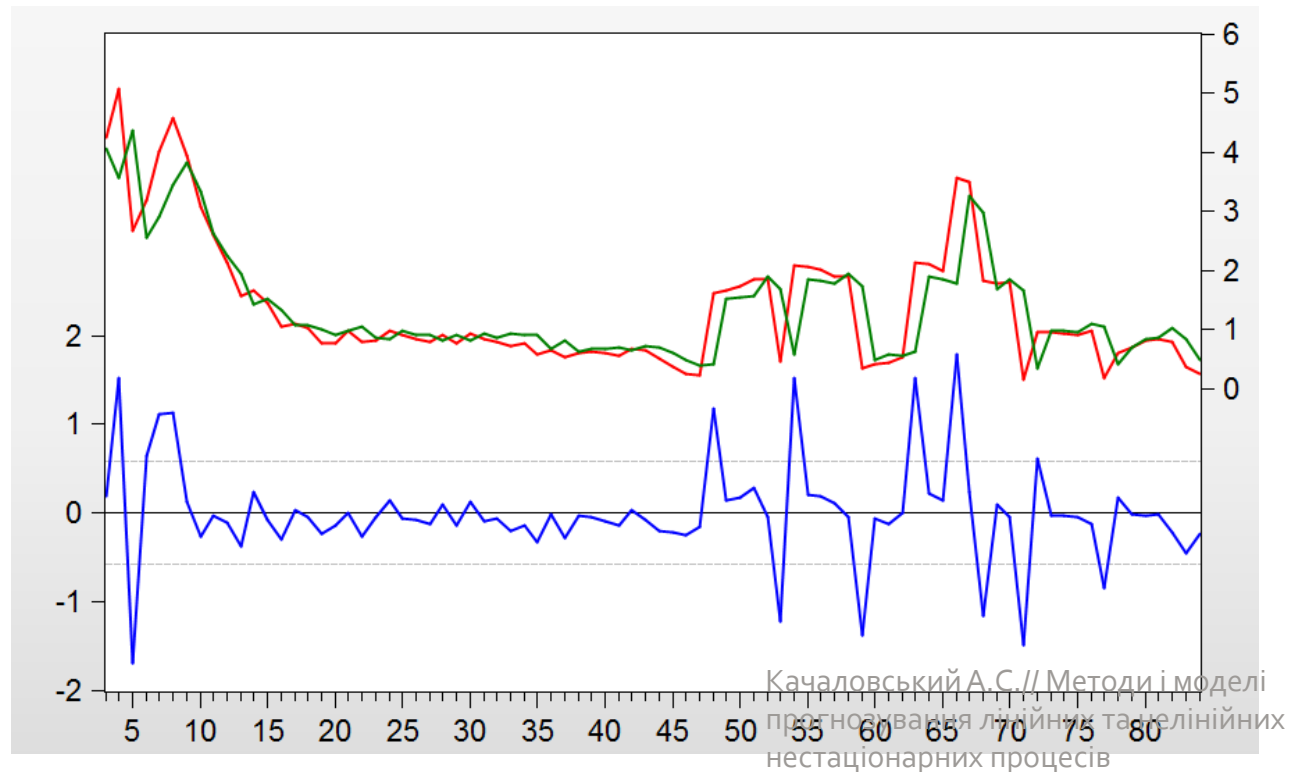
$$\text{де } h(k) = \frac{1}{w-1} \sum_{i=k-\frac{w-1}{2}}^{k+\frac{w-1}{2}} (\varepsilon(i) - \frac{1}{k-1} \sum_{i=1}^k \varepsilon(i))$$

Отримуємо наступну модель:

$$h(k) = 0,1903 + 0,7924h(k-1) + 0,0760e^2(k-1) + v(k)$$

Параметри моделі та оцінки прогнозів дисперсії

- Показники побудованої моделі: $R^2=0,718744$; $SSE=27,27124$; $DW=2,172578$.
- Характеристики прогнозу: $RMSE=0.576694$; $MAPE =47.09552$; $U=0.169568$.



Подальші дослідження

1. Застосувати для моделювання та прогнозування нечіткий метод групового врахування аргументів та апарат нечітких нейронних мереж.
2. Як альтернативу використаним методам застосувати ймовірнісні моделі, які дають можливість отримати оцінки прогнозів у вигляді ймовірностей станів (байєсівські мережі, узагальнені лінійні моделі).
3. Розробити та реалізувати систему підтримки прийняття рішень для моделювання і прогнозування фінансово-економічних процесів, яка буде ґрунтуватись на згаданих методах.

Висновки

1. Виконано аналіз та моделювання динаміки вибраних фінансово - економічних процесів економіки.
2. Виконано порівняльний аналіз отриманих результатів за допомогою побудованих моделей.
3. Моделі $AR(1)$ та $AR(2)$ виявилися найкращими для опису золота та нафти та їх прогнозування (мають найкращі характеристики оцінок моделей та прогнозів)
4. Побудовано адекватну модель гетероскедастичного процесу УАРУГ на прикладі ІСЦ.

Апробація роботи

1. Качаловський А.С. МЕТОДИ І МОДЕЛІ ПРОГНОЗУВАННЯ ЛІНІЙНИХ ТА НЕЛІНІЙНИХ НЕСТАЦІОНАРНИХ ПРОЦЕСІВ / Андрій Сергійович Качаловський. // Международный научный журнал (International Scientific Journal). – 2016. – № 6. – С. 17–27
2. Качаловський А.С. Дослідження методів прогнозування лінійних та нелінійних нестационарних процесів / Андрій Сергійович Качаловський // Системний аналіз та інформаційні технології: матеріали 18-ї Міжнародної науково-технічної конференції SAIT 2016, Київ, 30 травня – 2 червня 2016 р. / ННК “ІПСА” НТУУ “КПІ”. – К.: ННК “ІПСА” НТУУ “КПІ” – 2016. – №19. – С. 110.



Дякую за увагу!