
Тема: Моделі для прогнозування нелінійних нестаціонарних процесів в економіці та фінансах

Виконав: Студент групи КА-34

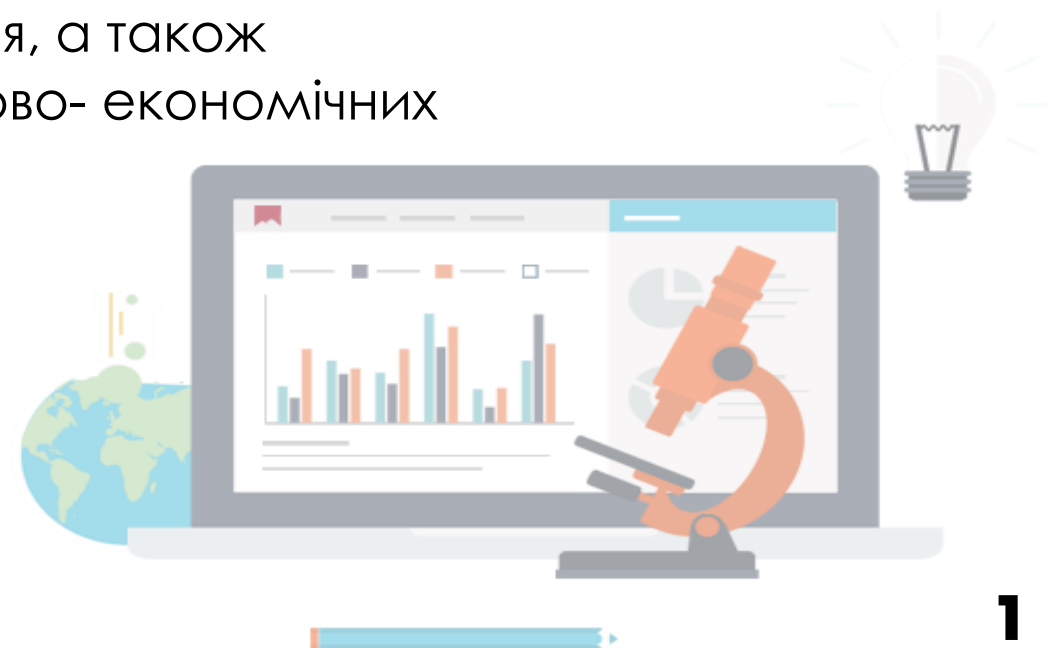
Попович Б.М.

Науковий керівник : д.т.н., професор Бідюк П.І.

Об'єкт дослідження - нелінійні нестационарні процеси в економіці та фінансах

Мета дослідження – побудова математичних моделей та прогнозування вибраних процесів; оцінювання моделей та прогнозів; розробка програмного забезпечення для обчислювальних експериментів

Предмет дослідження - методи моделювання, а також оцінювання і аналізу якості прогнозів фінансово- економічних процесів



- ❖ Прогнозування – найважливіший етап у процесі розробки стратегій, який дозволяє передбачити найбільш ймовірний розвиток подій, а також визначити, які дії приведуть до тих чи інших результатів. Тому стратегії дій в економіці та фінансах, прийняті сьогодні, повинні спиратися на достовірні оцінки можливої динаміки показників в майбутньому.

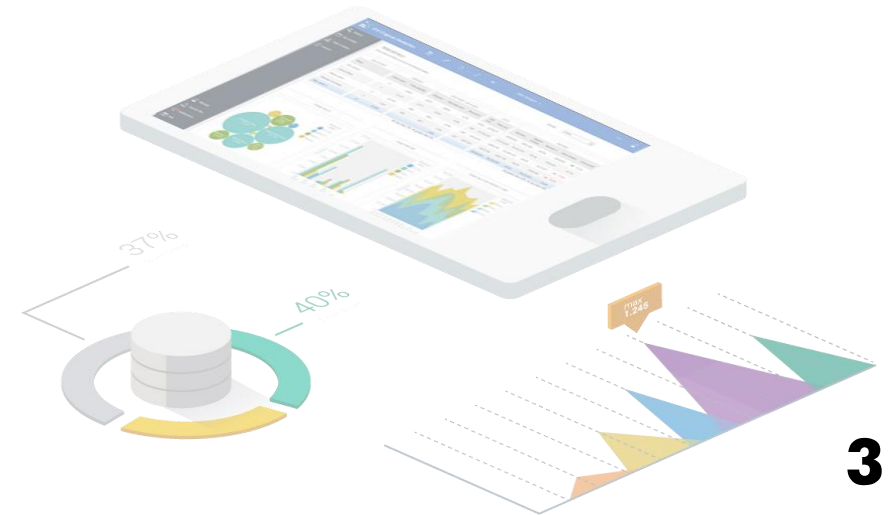
-
- ❖ Системи підтримки прийняття рішень дозволяють швидко обрати кращий варіант розв'язання задач з множини існуючих за допомогою відповідних критеріїв якості.
-

- ❖ Моделювання і прогнозування фінансово економічних процесів – актуальна задача для економік будь-якого типу.



Постановка задачі

- Виконати аналіз сучасних методів моделювання і прогнозування динаміки процесів в економіці та фінансах
- Спроекувати і реалізувати програмний продукт для моделювання і прогнозування процесів в економіці та фінансах
- Застосувати розроблений програмний продукт до аналізу вибраних процесів.
- Виконати порівняльний аналіз результатів застосування власної системи із уже існуючими
- Обчислити оцінки короткострокових прогнозів та статистичні параметри якості
- Виробити рекомендації стосовно можливостей подальшого вдосконалення розробленої системи



Існуючі пакети для статистичної обробки



Модель авторегресії ковзного середнього АРКС(p, q)

$$y(k) = a_0 + \sum_{i=0}^p a_i y(k-i) + \sum_{j=0}^q b_j \varepsilon(k-j)$$

Модель авторегресії з інтегрованим ковзним середнім АРІКС (p, d, q):

$$\Delta^d y(k) = a_0 + \sum_{i=0}^p a_i \Delta^d y(k-i) + \sum_{j=0}^q b_j \varepsilon(k-j)$$

Узагальнена авторегресійна умовно гетероскедастична модель (УАРУГ(p,q)):

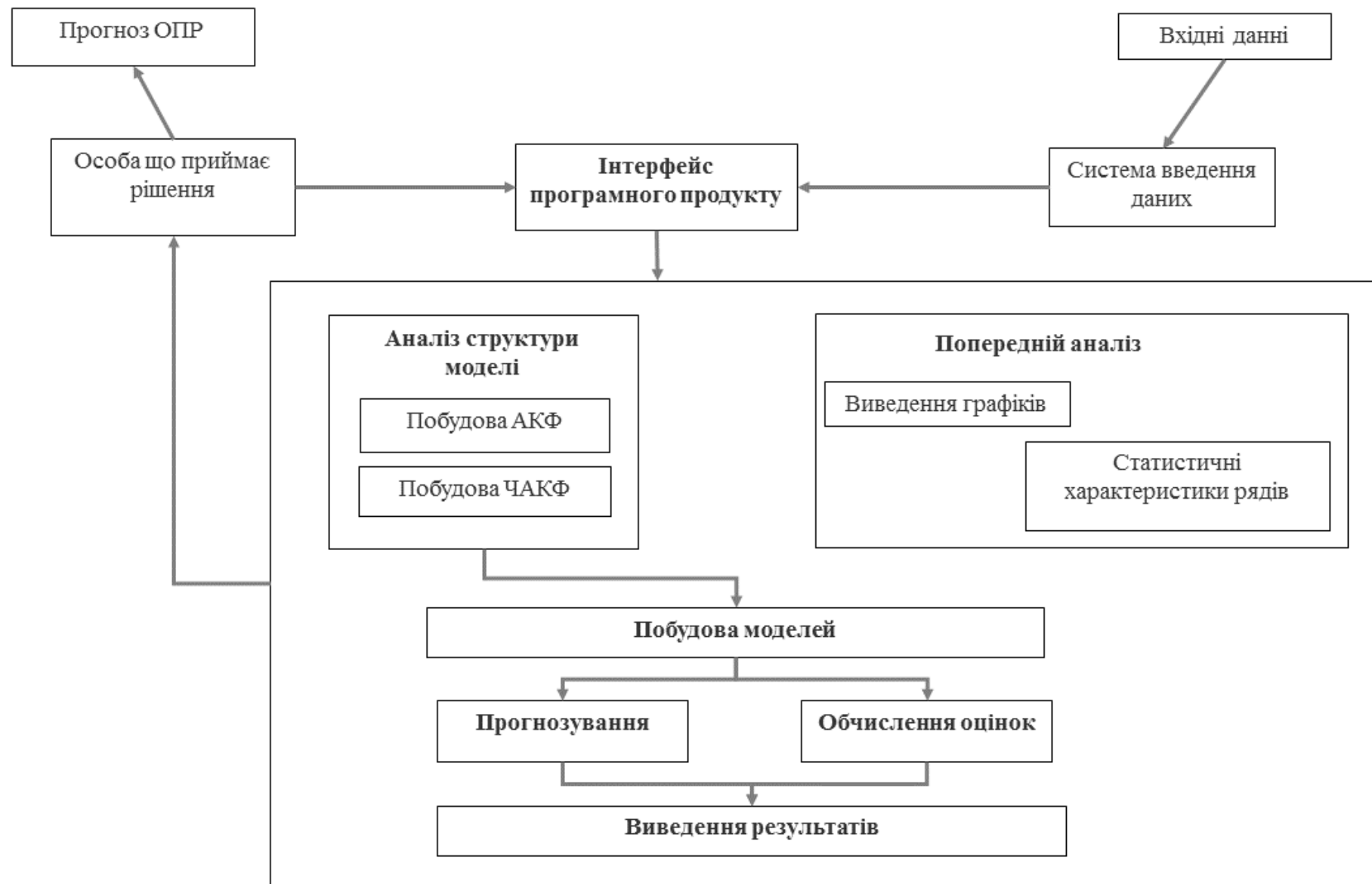
$$h^2(k) = \beta_0 + \sum_{i=1}^p \beta_i \varepsilon^2(k-i) + \sum_{i=1}^q \alpha_i h^2(k-i) + \varepsilon_1(k).$$

Методи оцінювання параметрів моделі: метод найменших квадратів (МНК) і рекурентний метод найменших квадратів (РМНК);

Кореляційні функції: автокореляційна функція (АКФ) і часткова автокореляційна функція (ЧАКФ).



Функціональна схема



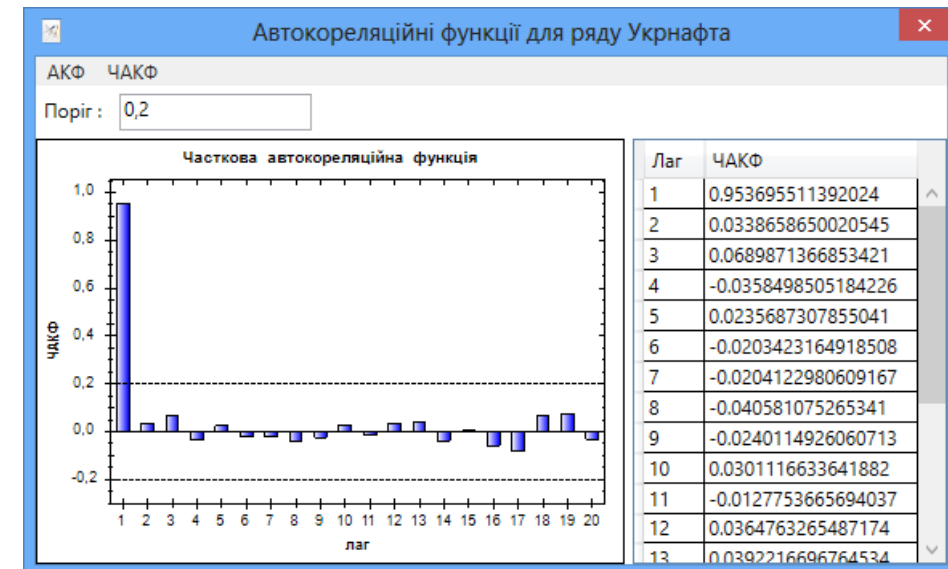
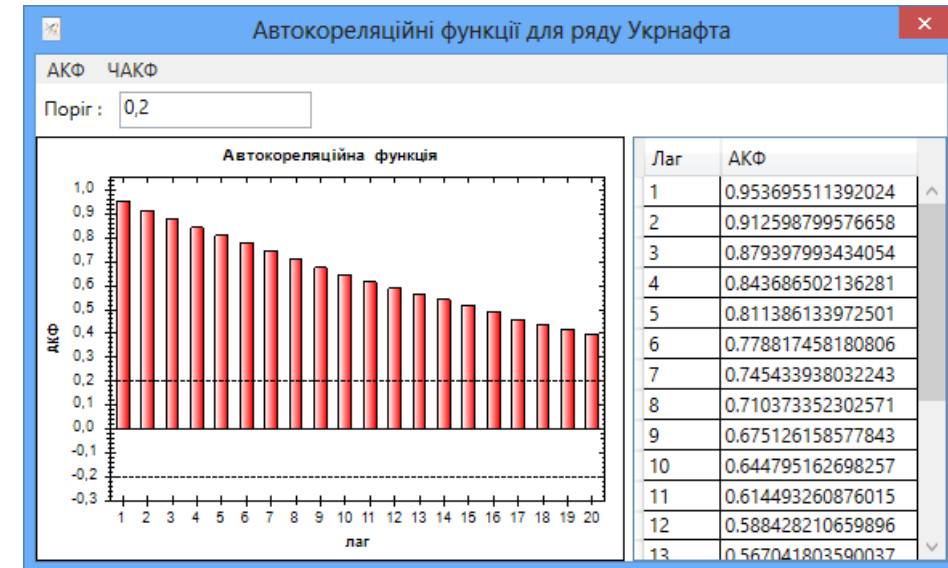
Приклад обчислення АКФ і ЧАКФ



Correlogram of UKRНАFTA

Date: 05/31/17 Time: 16:12
Sample: 1 180
Included observations: 180

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.952	0.952	165.97	0.000
		2	0.912	0.052	318.95	0.000
		3	0.878	0.062	461.74	0.000
		4	0.843	-0.023	594.13	0.000
		5	0.812	0.026	717.59	0.000
		6	0.779	-0.034	831.82	0.000
		7	0.744	-0.034	936.62	0.000
		8	0.710	-0.010	1032.7	0.000
		9	0.674	-0.049	1119.8	0.000
		10	0.644	0.039	1199.6	0.000



Оцінка параметрів моделі



МНК

Модель для ряду Укрнафта		
Модель: AP(1)	R ² : 0,9493822	DW-критерій: 2,4384884
SSE: 482,5252406	Акайке: 1112,0469484	
Укрнафта(k)=0,671724527331207+0,986175337025664*Укрнафта(k-1)		

R ²	DW-критерій	SSE	Акайке
0,9493822	2,4384884	482,5252406	1112,046948

РМНК

Модель для ряду Укрнафта		
Модель: AP(1)	R ² : 0,9493808	DW-критерій: 2,4413535
SSE: 482,5393964	Акайке: 1112,0521997	
Укрнафта(k)=0,624475537457719+0,987384745741457*Укрнафта(k-1)		

R ²	DW-критерій	SSE	Акайке
0,9493808	2,4413	482,539	1112,052

Dependent Variable: UKRNAFTA
Method: Least Squares
Date: 05/31/17 Time: 16:37
Sample (adjusted): 2 180
Included observations: 179 after adjustments
UKRNAFTA=C(1)+C(2)*UKRNAFTA(-1)

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	0.707196	0.665313	1.062952	0.2893
C(2)	0.985011	0.017596	55.97789	0.0000
R-squared	0.946534	Mean dependent var	37.26816	
Adjusted R-squared	0.946232	S.D. dependent var	7.312114	
S.E. of regression	1.695526	Akaike info criterion	3.904974	
Sum squared resid	508.8414	Schwarz criterion	3.940587	
Log likelihood	-347.4952	Hannan-Quinn criter.	3.919415	
F-statistic	3133.524	Durbin-Watson stat	2.482144	
Prob(F-statistic)	0.000000			

Коефіцієнт	Оцінка в СППР, метод МНК	Оцінка в СППР, метод РМНК	Оцінка в Eviews
a ₀	0,6717245	0,624475	0,707196
a ₁	0,986175	0,987384	0,985010

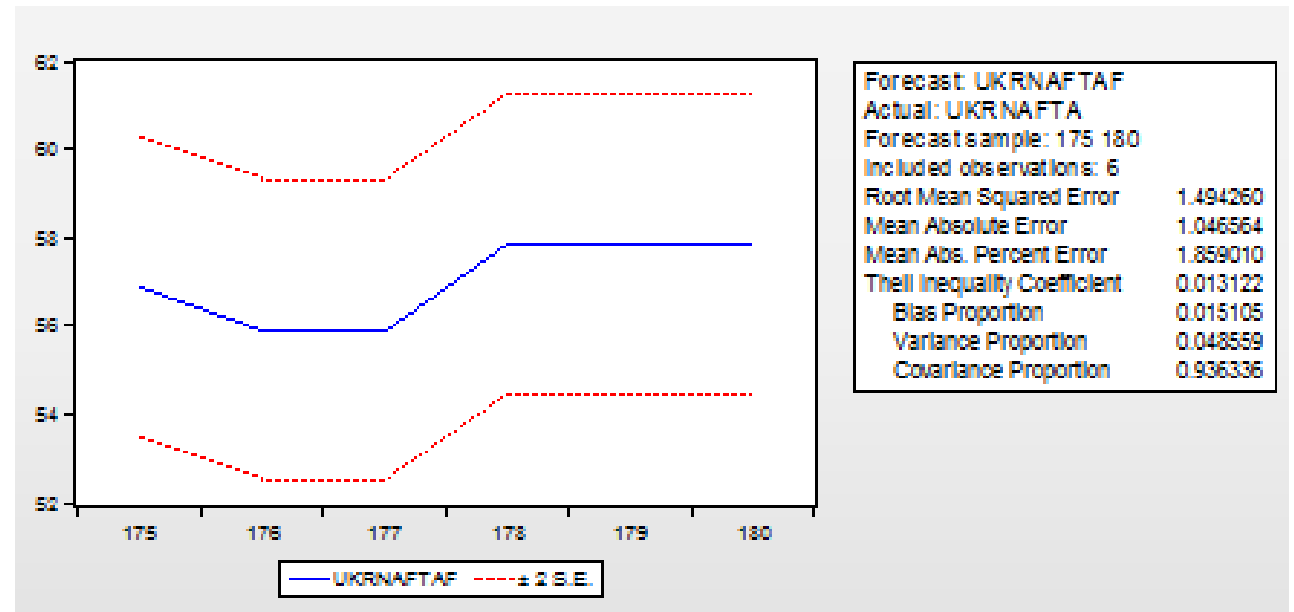
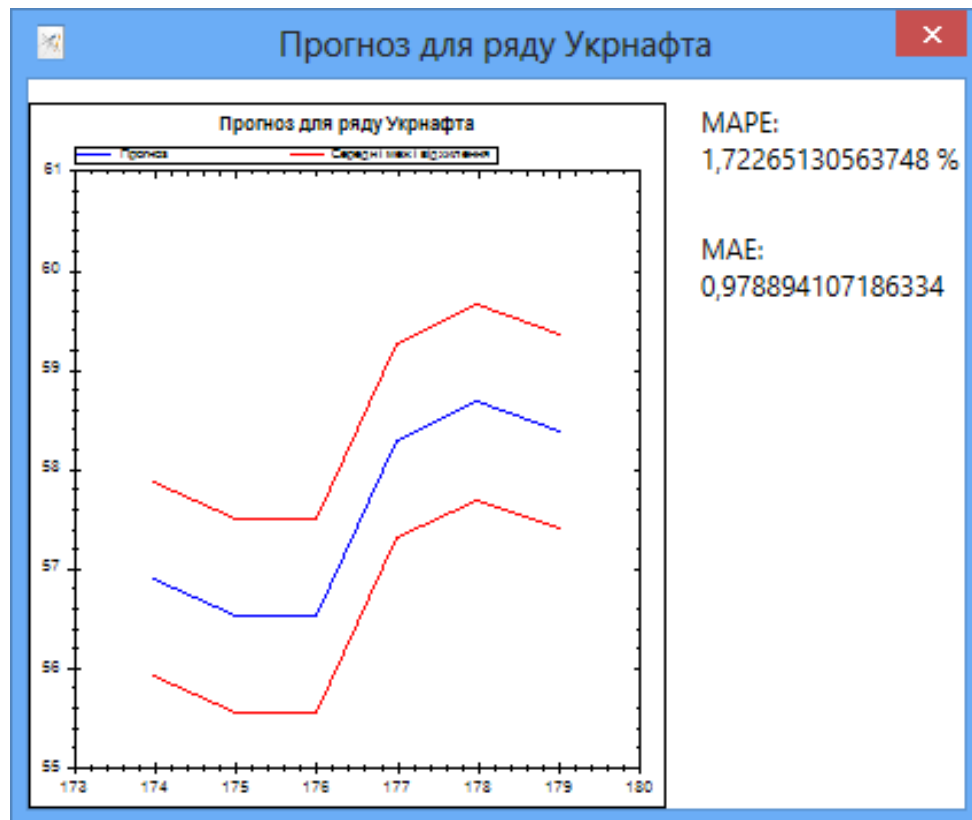
Порівняння прогнозів моделі



AP(1):

$$y(k) = 0,6717245 + 0,986175 \cdot y(k - 1)$$

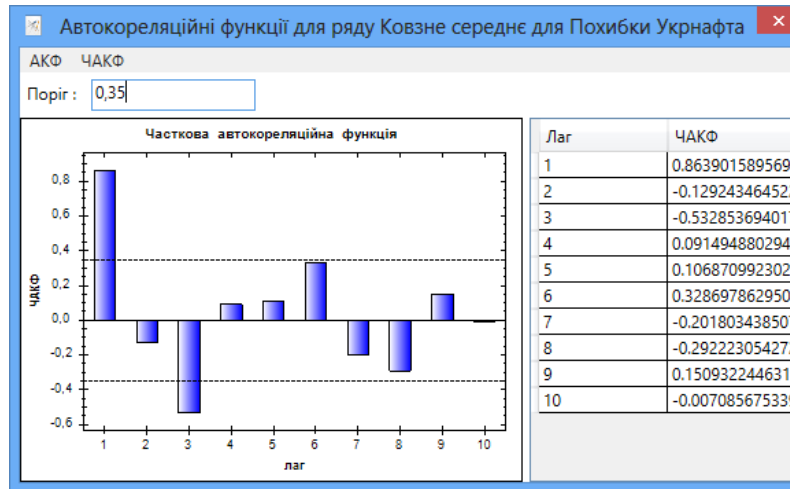
R^2	DW-критерій	SSE	Акайке
0,94938	2,43848	482,5252	1112,04694



Результати моделювання та прогнозування

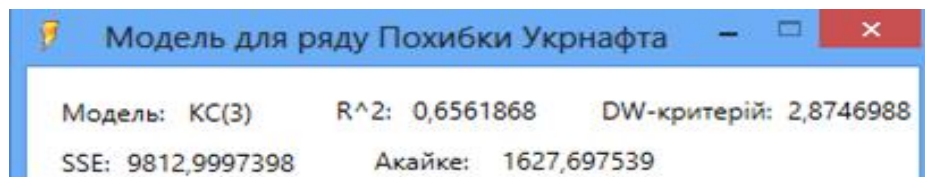


Для прогнозування волатильності (відхилення) оцінимо ЧАКФ КС залишків моделі, щоб визначитися з структурою моделі для волатильності

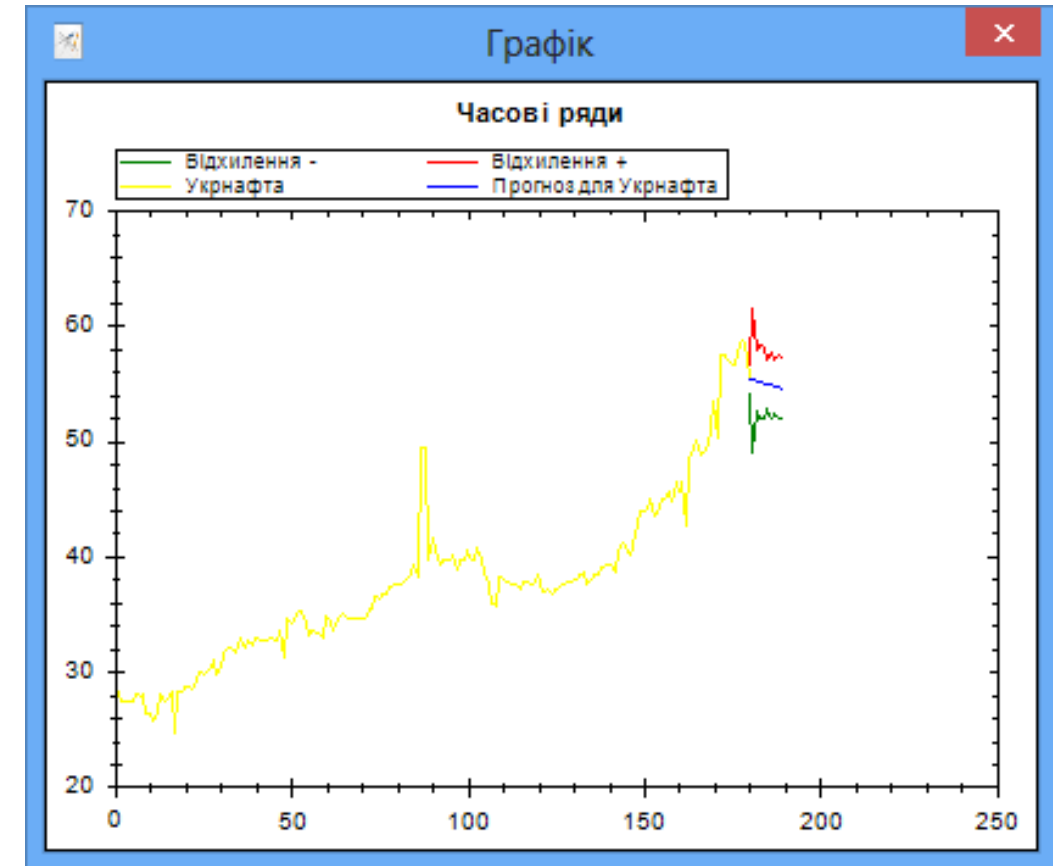


$$\hat{\varepsilon}^2 = 0,46357 - 2,88878 \cdot \hat{\varepsilon}^2(k-1) + 0,54878 \cdot \hat{\varepsilon}^2(k-3)$$

R^2	DW-критерій	SSE	Акайке
0,6561868	2,8746988	9812,99973	1627,6975



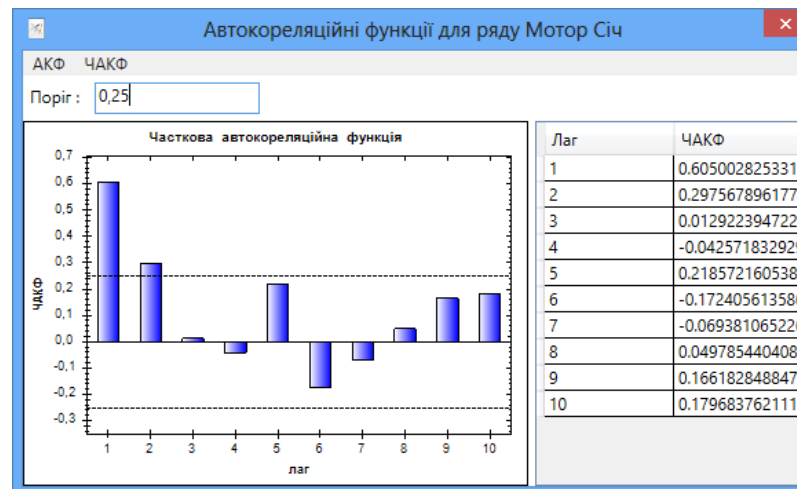
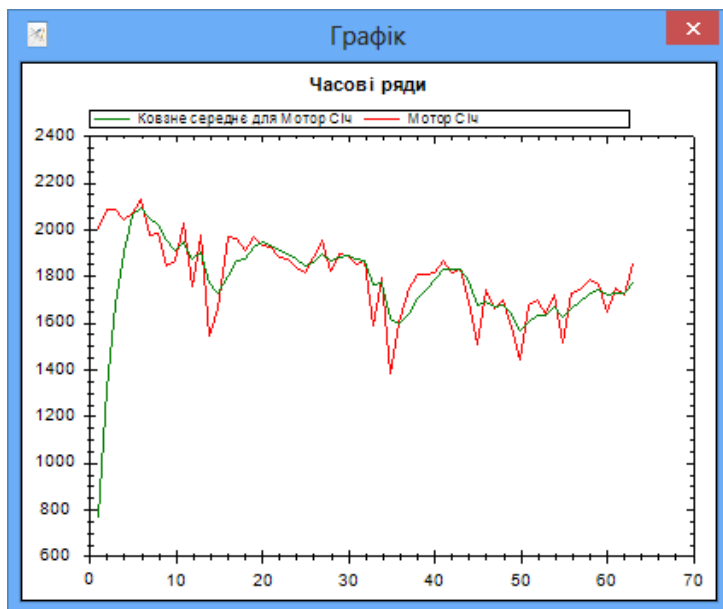
Як було зазначено, для прогнозу цін акцій «Укрнафти» була використана модель AP(1). Тепер спрогнозуємо умовну дисперсію за допомогою моделі АРУГ(3):



Моделювання та прогнозування «Мотор Січ»



Графік ряду цін акцій
компанії «Мотор Січ» і
його експоненційного КС



ЧАКФ

ЧАКФ експоненційного КС цін акцій
компанії «Мотор Січ»

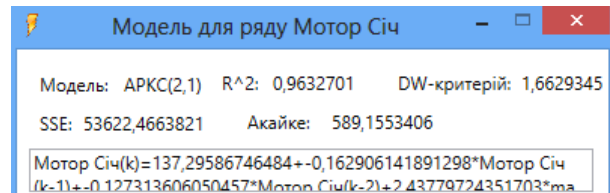


Моделювання та прогнозування «Мотор Січ»



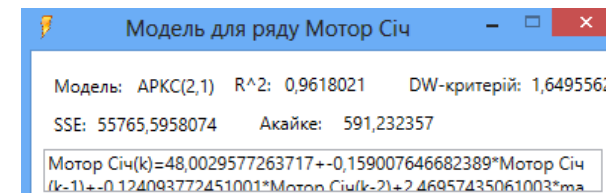
Для моделювання цін акцій компанії «Мотор Січ» була побудована модель АРКС(2,1):

МНК



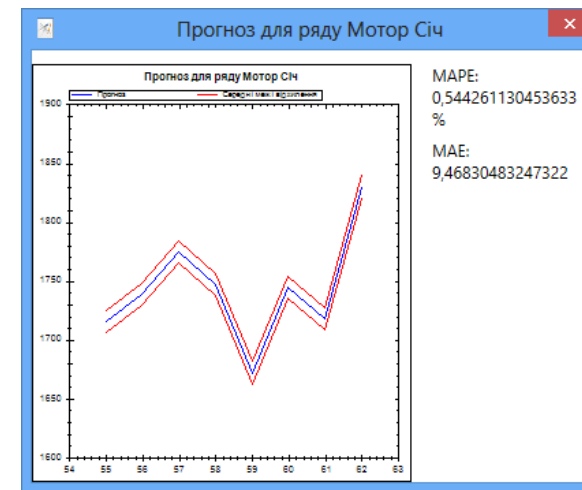
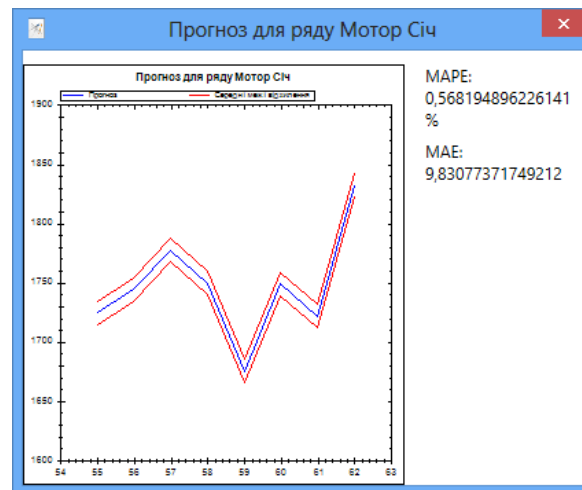
R^2	DW-критерій	SSE	Акайке
0,9632701	1,66293	53622,466	589,15534

РМНК

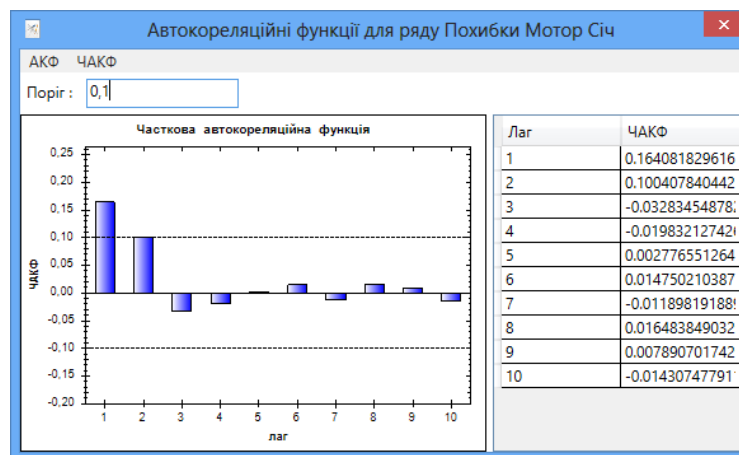


R^2	DW-критерій	SSE	Акайке
0,96180	1,64955	55765,595	591,2323

$$y(k) = 48,0029 - 0,1590 \cdot y(k - 1) - 0,1240 \cdot y(k - 2) - 1,2153 \cdot \text{eta}(k - 1) + \varepsilon(k)$$



Моделювання та прогнозування «Мотор Січ»



Для моделювання залишків цієї моделі була побудована модель УАРУГ(1,2):

$$h(k) = 110,6867 - 0,8218 \cdot \hat{\varepsilon}^2(k-1) - 0,0348 \cdot h(k-1) - 0,0248 \cdot h(k-2)$$

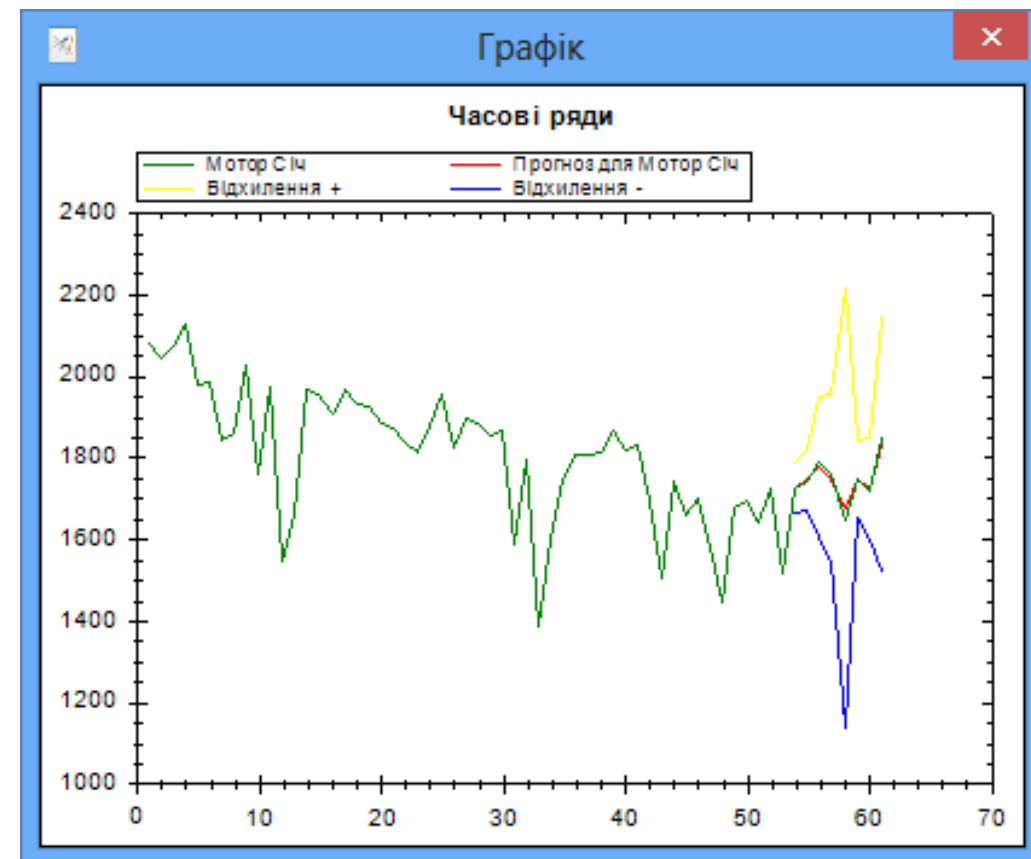
R^2	DW-критерій	SSE	Акайке
0,98631	2,1193	10485824	965,7665

Модель для ряду Похибки Мотор Січ

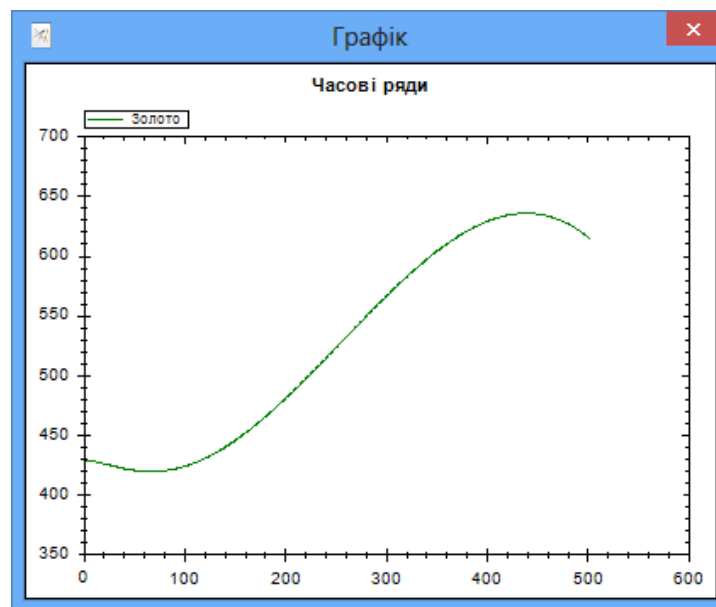
Модель: АРКС(2,1) R^2: 0,9863129 DW-критерій: 2,1193513

SSE: 10485824,8169716 Акайке: 965,7665583

Побудуємо по ній прогноз на 8 останніх цін акцій компанії «Мотор Січ»

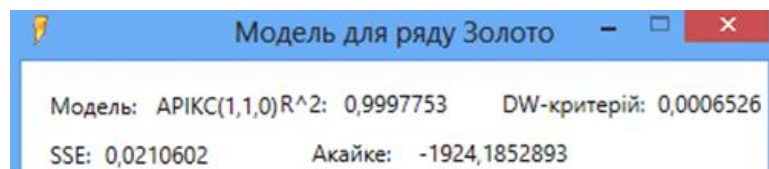


Моделювання та прогнозування ціни золота



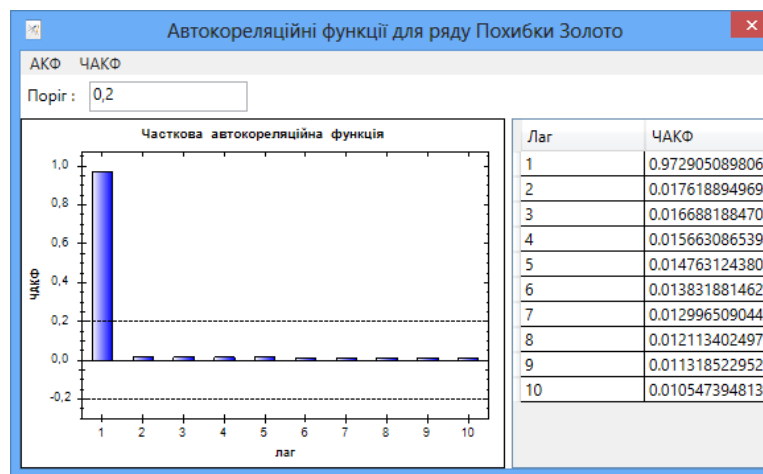
Для моделювання цін золота була побудована модель АРІКС(1,1,0):

$$\Delta^1 y(k) = 48,0029 - 0,1590 \cdot \Delta^1 y(k - 1)$$



R^2	DW-критерій	SSE	Акайке
0,99977	0,000652	0,0210	-1924,185

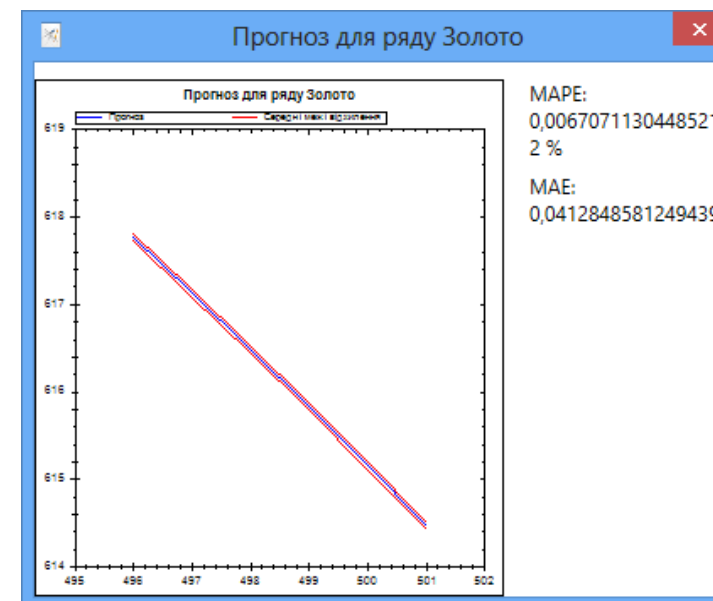
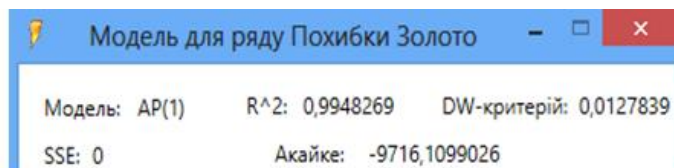
Моделювання та прогнозування ціни золота



Похибки моделі будуть описуватися моделлю АРУГ(1):

$$\hat{\varepsilon}^2 = 0,99313 \cdot \hat{\varepsilon}^2(k-1)$$

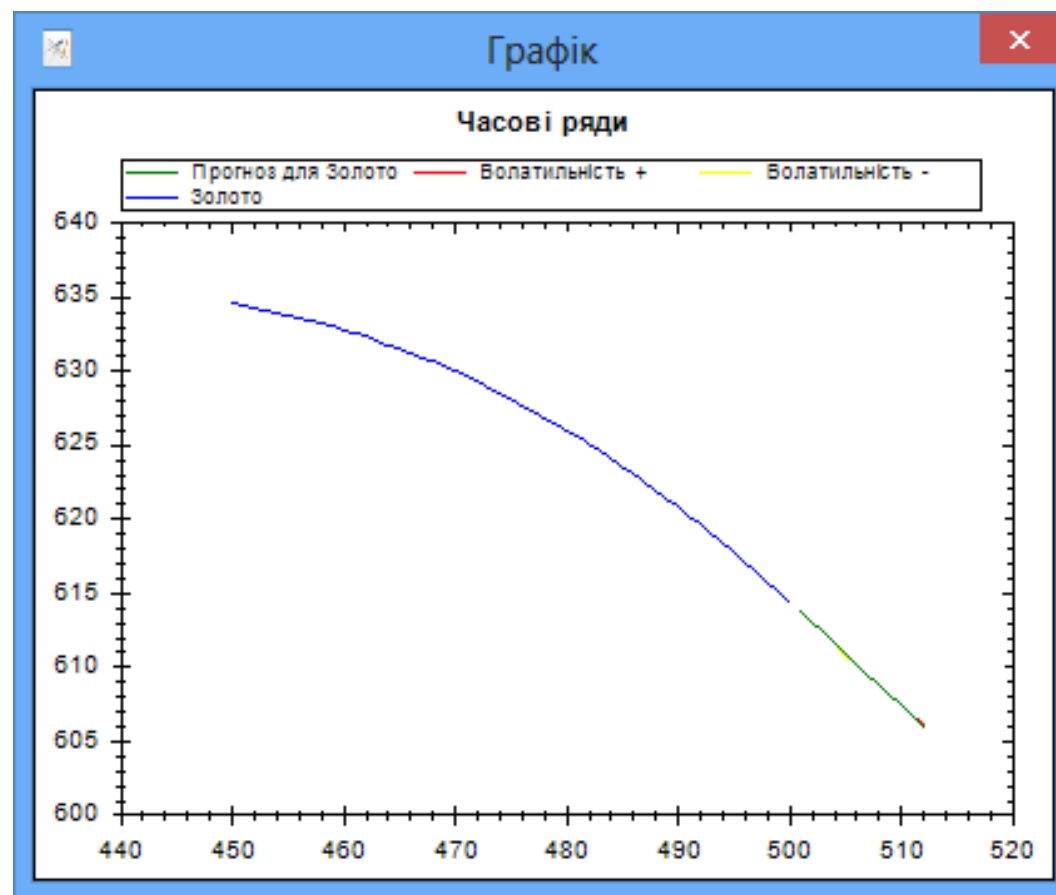
R ²	DW-критерій	SSE	Акайке
0,9948	0,0127	0	-9716,1099



Моделювання та прогнозування ціни золота



Побудуємо прогноз на 12 наступних цін золота.



Порівняння отриманих результатів

Тип моделі	Адекватність моделі			Якість прогнозів	
	R^2	Сума квадратів помилок	DW-критерій	САПП	САП
АР(1) отримана за МНК для акцій компанії «Укрнафта»	0,9493822	482,5252406	2,43848	1,72265 %	0,97894
АР(1) отримана за РМНК для акцій компанії «Укрнафта»	0,9493808	482,5393964	2,44135	1,72396 %	0,97942
АР(1) отримана в Eviews для акцій компанії «Укрнафта»	0,946534	508,8414	2,482144	1,85901 %	1,04656
АРКС(2,1) отримана за МНК для акцій компанії «Мотор Січ»	0,96327	53622,46638	1,66293	0,56819 %	9,83077
АРКС(2,1) отримана за РМНК для акцій компанії «Мотор Січ»	0,961802	55765,595807	1,64955	0,54426 %	9,4683
АРІКС(1,1,0) отримана за МНК для цін золота	0,9998041	0,018366	0,00079	0,00968 %	0,05957
АРІКС(1,1,0) отримана за РМНК для цін золота	0,9997753	0,02106	0,00065	0,00671 %	0,04128

Порівняння отриманих результатів

Усереднені значення статистичних параметрів оцінювання якості прогнозів дисперсії
(компанія Hewlett-Packard)

Модель	MAE	MAPE	Theil
АРУГ (н)	0,000792	38271,054	0,8232
УАРУГ (н)	0,000113	30,568	0,2354
ЕУАРУГ (н)	0,475020	5,764	0,041
АРУГ (т)	0,000632	974,674	0,7684
УАРУГ (т)	0,000203	31,804	0,1868
ЕУАРУГ (т)	0,52634	7,018	0,0442

- ❖ Розроблена та програмно реалізована СППР для моделювання і прогнозування процесів в економіці та фінансах
- ❖ Створено та протестовано програмне забезпечення на фактичних даних, які описують динаміку цін українських компаній «Укрнафта», «Мотор Січ» і ціні золота.
- ❖ Встановлено, що точність моделювання та прогнозування не поступається результатами СППР Eviews.
- ❖ Шляхи подальшого розвитку системи: впровадження додаткових методів оцінювання параметрів, автоматизація процесу вибору структури моделі, подальший розвиток інтерфейсу. Додати функцію комбінування оцінок прогнозів.

Дякую за увагу!