

Качаловський Андрій Сергійович

Студент

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

Качаловский Андрей Сергеевич

Студент

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»

Kachalovskyi A.

Student

National Technical University of Ukraine Kyiv Polytechnic Institute

**МЕТОДИ І МОДЕЛІ ПРОГНОЗУВАННЯ ЛІНІЙНИХ
ТА НЕЛІНІЙНИХ НЕСТАЦІОНАРНИХ ПРОЦЕСІВ
МЕТОДЫ И МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЛИНЕЙНЫХ
И НЕЛИНЕЙНЫХ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ПРОЦЕССОВ
METHODS AND PREDICTION MODELS LINEAR
AND NONLINEAR NON-STATIONARY PROCESSES**

Анотація. В роботі досліджується можливість використання регресійних моделей для опису та прогнозування фінансово-економічних процесів.

Ключові слова: Модель, тренд, регресія, гетероскедастичність, нафта.

Аннотация. В работе исследуется возможность использования регрессионных моделей для описания и прогнозирования финансово-экономических процессов.

Ключевые слова: Модель, тренд, регрессия, гетероскедастичность, нефть.

Summary. This paper explores the possibility of using regression models to describe and predict the financial and economic processes.

Keywords: model, trend, regression, heteroskedasticity, oil.

Вступ

В сучасних умовах загальної економічної нестабільності, коли у світі відбуваються фінансово-економічні кризи, виникає необхідність удосконалення світової фінансової системи, а також удосконалення методів і технологій управління фінансовими ризиками. Актуальною задачею є виконання поглиблених наукових досліджень в напрямі математичного моделювання і прогнозування фінансових процесів. Це стосується, безумовно, і українського фінансового ринку, на якому фінансовий ризик-менеджмент знаходиться на ранній стадії свого становлення.

Прагнення побудувати модель, яка б найбільш точно відповідала реальній поведінці фінансових ринків, та необхідність підвищення якості прогнозів ведуть до появи нових класів моделей і до модифікацій вже існуючих. Таким чином, побудова і дослідження ма-

тематичних моделей, які адекватно описують динаміку таких фінансових інструментів як акції, облігації, опціони, котирування валют та інших, є актуальним напрямом сучасних досліджень.

Актуальність наведених задач, пов'язаних з аналізом нестационарних фінансових процесів, визначила тему і напрям магістерського дослідження.

Постановка задачі

Необхідно вибрати клас математичних моделей для фінансово — економічних процесів, виконати їх розробку, виконати оцінювання якісних показників для побудованої моделі та прогнозу, та виконати порівняльний аналіз побудованих моделей.

Гетероскедастичність означає, що дисперсія процесу зменшується чи збільшується в часі, або є більш складною функцією часу. Тобто, вона може змінюватися за

досить складним законом, який і потрібно знайти при створенні моделі процесу. Іноді використовують припущення, що гетероскедастичність має наступну форму:

$$\sigma_{\varepsilon(k)}^2 = k^2 x^2,$$

де k — константа, яку необхідно оцінити за допомогою експериментальних даних та вибраного методу оцінювання параметрів.

Лінійний та нелінійний тренд

Існує два типи тренду: детермінований (регулярний) та стохастичний (нерегулярний). Процеси зі змінною дисперсією (змінюється з часом) називають гетероскедастичними. Дисперсія може змінюватися за досить складним законом, який і потрібно знайти при створенні моделі процесу. Процеси з трендами або зі змінною дисперсією особливо характерні для нестійкої швидкозростаючої перехідної економіки. Наявність нелінійностей. Однією з проблем визначення структури моделі є встановлення факту нелінійностей в досліджуваному процесі та їх типу. Економічна динаміка являє собою нелінійне явище. Нелінійність означає можливість неочікуваних змін напрямлення процесів. В динамічних економічних системах нелінійність виявляється як підвищена реакція на зміну одних факторів і повною байдужістю до інших.

В загальному випадку прогноз може бути представлений одним (точковим) значенням змінної, інтервалом, в який попадає випадкова змінна, а також ймовірністю прийняття змінною (чи подією) деякого значення у вибраному інтервалі. Якщо для опису процесу застосовують лінгвістичні змінні, то прогнозом буде нечітке значення, але його також можна перетворити в чітке число.

Можна по-різному ставити задачу прогнозування в залежності від рівня прийняття рішення та конкретної поставленої задачі управління чи контролю. Прогнозування може стосуватись наступних складових процесу:

- детермінованого тренду, як індикатора довгострокових змін процесу;
- випадкового (нерегулярного) тренду, як показника коротко- та середньострокових змін;
- короткострокових змін, тобто, прогнозування коливань (відхилень), що накладаються на тренд;
- сезонних ефектів;
- приростів (швидкості) зміни процесу, які визначаються першими різницями;
- дисперсії або стандартного відхилення, як міри розсіювання процесу (наприклад, волатильність, яку часто використовують за міру ризику у інвестуванні або міру якості на виробництві).

Відповідно до того, які складові процесу необхідно прогнозувати, ставиться задача побудови математич-

ної, ймовірнісної (статистичної) або логічної моделі, що має меті забезпечити високу якість прогнозу на заданий часовий горизонт. Розглянемо деякі можливості створення математичного опису складових процесів різної природи.

Детермінований тренд

Якщо описати детермінований тренд за допомогою полінома від часу довільного порядку $y(k) = a_0 + a_1 * k + a_2 * k^2 + \dots + a_p * k^p + \varepsilon(k)$, $E[\varepsilon(k)] = 0$ то визначення прогнозу тренду зводиться до підстановки в це рівняння бажаного значення часу k і застосування безумовного математичного сподівання. Прогнозування значень тренду вважається довгостроковим прогнозом, оскільки детермінований тренд вказує на довгострокові зміни процесів. Обмеження на випадковий процес $E[\varepsilon(k)] = 0$ необхідне для коректного застосування методів оцінювання моделей, а також для виконання подальшого аналізу якості оцінок прогнозів.

Стохастичний тренд

Для опису і прогнозування стохастичного тренду можна скористатись, наприклад, відомим рівнянням випадкового кроку із перетином (константою):

$$y(k) = a_0 + y(k-1) + \varepsilon(k),$$

розв'язок якого має вигляд:

$$y(k) = y_0 + ka_0 + \sum_{i=1}^k \varepsilon(i)$$

Сума $\sum_{i=1}^k \varepsilon(i)$ в правій частині останнього рівняння описує випадкову складову тренду. Цю складову називають ще нерегулярною.

Прогнозування коливань, що накладаються на тренд.

Колівання, що накладаються на тренд, або короткострокові зміни можна описати рівняннями авторегресії з ковзним середнім

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

Техніку обчислення такого прогнозу за допомогою умовного та безумовного математичного сподівання розглянемо нижче в цьому розділі.

При переході до перших та різних вищих порядків з процесу вилучається тренд відповідного порядку. Наприклад, якщо процес містить лінійний тренд, то перші різниці вилучають його і після переходу до різниць ми маємо справу з коливаннями, що накладаються на тренд.

Можливість прогнозування сезонних ефектів досягається за рахунок введення в модель процесу відповідних значень основної змінної із затримками (ла-

гами), що відповідають періодичності ефекту. Як буде показано нижче, сезонний ефект може бути врахований як за допомогою основної змінної, так і за допомогою процесу ковзного середнього.

Прогнозування дисперсії

Якщо дисперсія процесу змінюється в часі, то для її описання можна вибрати рівняння для формування відповідної функції прогнозування та обчислення в подальшому оцінки прогнозованого значення. Процеси зі змінною дисперсією отримали назву гетероскедастичних. Методика побудови моделей гетероскедастичних процесів передбачає наступні кроки:

- математичний опис самої змінної рівнянням авторегресії невисокого порядку (наприклад, першого);
- математичний опис умовної дисперсії, як динамічної змінної, за допомогою рівняння прийнятної (за якістю прогнозу) структури.

Тепер проаналізуємо та побудуємо моделі для опису показників нафти. Це обумовлено тим що нафта досить нестабільна. Однією з головних проблем при побудові моделей цього ряду, те що вибірка містить лише 60 вимірів даних. На рисунку 1.1 зображені показники AR(1) для нафти.

Dependent Variable: TRAFFIC
Method: Least Squares
Date: 06/07/16 Time: 21:00
Sample (adjusted): 2 60
Included observations: 59 after adjustments
Convergence achieved after 3 iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	1.048987	0.010195	102.8925	0.0000

R-squared	0.985218	Mean dependent var	237.8305
Adjusted R-squared	0.985218	S.D. dependent var	183.2784
S.E. of regression	22.28298	Akaike info criterion	9.062327
Sum squared resid	28798.81	Schwarz criterion	9.097540
Log likelihood	-266.3387	Hannan-Quinn criter.	9.076073
Durbin-Watson stat	1.944284		

Inverted AR Roots	1.05
-------------------	------

Estimated AR process is nonstationary

Рисунок 1.1. Показники для процесу AR(1) для нафти

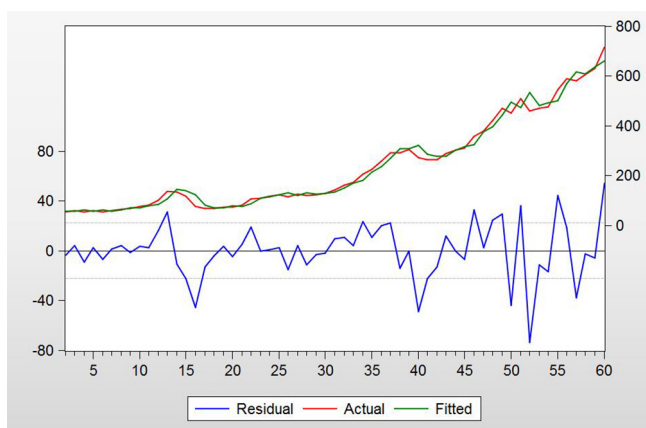


Рисунок 1.2. Графічне зображення моделі з величиною помилки

На рисунку 1.3 побудована модель AP + тренд для нафти.

Dependent Variable: TRAFFIC
Method: Least Squares
Date: 06/07/16 Time: 21:07
Sample (adjusted): 2 60
Included observations: 59 after adjustments
TRAFFIC=C(1)+C(2)*TRAFFIC(-1)+C(3)*K

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	-5.039655	6.702047	-0.751958	0.4552
C(2)	1.000539	0.045012	22.22846	0.0000
C(3)	0.520031	0.454823	1.143370	0.2577

R-squared	0.985556	Mean dependent var	237.8305
Adjusted R-squared	0.985041	S.D. dependent var	183.2784
S.E. of regression	22.41660	Akaike info criterion	9.106990
Sum squared resid	28140.23	Schwarz criterion	9.212628
Log likelihood	-265.6562	Hannan-Quinn criter.	9.148227
F-statistic	1910.567	Durbin-Watson stat	1.904447
Prob(F-statistic)	0.000000		

Рисунок 1.3. Показники для процесу AP(1) + кв. тренд для нафти

Аналіз результатів моделювання для показників нафти

Таблиця 1.1

Модель	SEE	R2	DW	СКП	САПП	U
AR(1)	28798,81	0,985218	1,944284	22,09270	7,831744	0,0369
AR(2)	28764,7	0,984968	1,887666	22,26977	7,881067	0,036946
AR(1)+тренд	28140,23	0,985556	1,904447	21,83926	7,993027	0,036532
AR(1)+кв. тренд	25755,31	0,98678	1,789986	20,89332	7,856288	0,034945

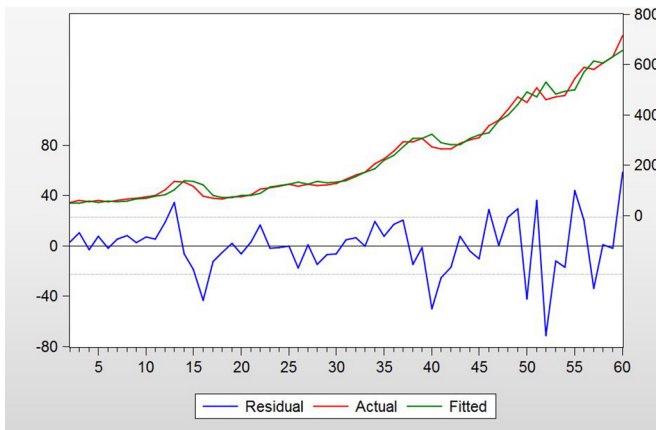


Рисунок 1.4. Графічне зображення моделі $AR(1)$ + кв. тренд з величиною помилки

В таблиці 1.1 наведено порівняльний аналіз результатів моделювання показників нафти за допомогою різних моделей.

Висновки

У даній роботі були розглянуті основні підходи до побудови моделей та оцінок прогнозів фінансово — економічних процесів. Побудована модель для опису показників нафти. Найкраще ряд описує модель $AR(1)$ + квадратичний тренд. Можна звернути увагу на графік. У останні роки на графіку чітко виражений спад, а потім поступовий підйом. Саме вплив таких неконтрольованих збурень впливає на побудову моделі та прогнозування, що набагато ускладнює цей процес.

Список використаних джерел

1. Бідюк П. І. Аналіз часових рядів / П. І. Бідюк, В. Д. Романенко, О. Л. Тимошук. — К.: Політехніка, 2010. — 317 с.
2. Молчанов И. Н. Компьютерный практикум по начальному курсу эконометрики (реализация на Eviews): Практикум / Ростовский государственный экономический университет. / Молчанов И. Н., Герасимова И. А. — Ростов-н/Д., — 2001. — 58 с.
3. Бідюк П. І. Часові ряди: моделювання і прогнозування / П. І. Бідюк, О. І. Савенков, І. В. Баклан. — К.: ЕКМО, 2003. — 144 с.