

Міністерство освіти і науки України

**Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича**

Юрченко І.В.

**ПРОГНОЗУВАННЯ В
СИСТЕМНОМУ АНАЛІЗІ**

навчальний посібник
видання 3-тє, виправлене та доповнене

Чернівці – 2024

УДК 519.21

Прогнозування в системному аналізі // Юрченко І.В.– Чернівці: Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, 2024.– 102 с.

РЕЦЕНЗЕНТИ

Ясинський Володимир Кирилович

доктор фіз.-мат. наук, професор

Семчук Аркадій Романович

кандидат фіз.-мат. наук, доцент

Друкується за ухвалою редакційної колегії
Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича

У навчальному посібнику міститься опис основних понять та тверджень теорії стохастичного прогнозування. Розглянуто загальний випадок прогнозування стаціонарних послідовностей, параметричні моделі часових рядів, проведено оцінювання параметрів авторегресій та ковзаючого середнього. Вивчено можливості модуля Time series analysis & Forecasting системи Statistica та бібліотек мови Python для роботи з часовими рядами.

Для студентів спеціальності 124 – Системний аналіз.

© Юрченко І.В., 2014–2024

ЗМІСТ

Вступ.....	4
Розділ 1. Основні поняття теорії стохастичного прогнозування	5
1.1. Задачі стохастичного прогнозування.....	5
1.2. Умовне математичне сподівання	6
1.3. Загальна теорія стохастичного прогнозування . Оптимальний предиктор і його властивості	8
1.4. Лінійне прогнозування	13
1.5. Використання в прогнозі додаткових змінних.....	15
1.6. Стаціонарні часові ряди	22
1.7. Лінійний предиктор і його оновлення	23
1.8. Асимптотична точність прогнозу.....	26
1.9. Параметричні моделі часових рядів. Загальна лінійна модель	28
1.10. Процес ковзаючого середнього.	29
1.11. Змішані процеси.....	32
1.12. Нестационарні часові ряди.....	33
1.13. Визначення й подання процесу АРПКС – авторегресії й проінтегрованого ковзаючого середнього.....	34
1.14. Процес проінтегрованого ковзаючого середнього.....	38
1.15. Прогнозування в моделі АРПКС.....	39
1.16. Приклади прогнозуючих функцій	44
Розділ 2. Система Statistica.....	46
2.1 . Основні прийоми роботи з модулем. Time series analysis & Forecasting системи Statistica	46
2.2. Технічний опис модуля Time Series Analysis & Forecasting	47
2.3. Діалог ARIMA – АРПКС	52
2.4. Перетворення часових рядів	53
2.5. Діалог Interrupted Arima - Перервана Arima (Arima з інтервенцією)	57
2.6. Діалог Exponential Smoothing & Forecasting - Експонентне згладжування й прогнозування	57
2.7. Spectral (Fourier) Analysis - Спектральний (Фур'є) аналіз	60
2.8. Ідентифікація моделей ARIMA-АРПКС у системі Statistica	62
Розділ 3. Розв'язування модельних прикладів	69
Список використаної літератури.....	102

Вступ

Оскільки існує необхідність робити прогнози в багатьох галузях економіки та підприємництва, виникає питання, як одержувати одержувати ці прогнози. Прогнози можна класифікувати як суб'єктивні та побудовані на моделях. Суб'єктивні прогнози, які ґрунтуються на здогадках, досвіді та інтуїції, не підлягають строгим правилам і спираються на неформальні міркування експерта. Цілком можливо, що на основі ідентичної інформації дві різні людини дадуть різні суб'єктивні прогнози. Наприклад, виходячи з інформації про те, що курс певних акцій досяг найвищого за деякий період значення, два біржових брокери можуть прийти до різних висновків. Один з них може очікувати подальшого зростання курсу, в той час як інший передбачає його падіння. Кожен з брокерів обробляє наявну інформацію, спираючись на роки практики та інтуїтивне відчуття ринку, і не використовує жодної формальної процедури або методу. Істотним є те, що їх міркування суб'єктивні та специфічні для конкретної ситуації. Сказане не означає, звичайно, що їх прогнози обов'язково будуть неточними. У деяких обставинах досвід може бути найкращим джерелом інформації. Проте сказане означає, що аналізувати причини, чому конкретний прогноз добрий чи поганий, або робити висновки з помилок попередніх прогнозів досить важко.

У багатьох ситуаціях якісні прогнози не мають особливої цінності, оскільки передбачена зміна, яка є результатом взаємодії багатьох факторів, може бути настільки малою, що нею можна знехтувати. Окрім того, предметом вивчення є не тільки напрям зміни, а й кількісні характеристики цієї зміни. Від твердження, що нова політика може скоротити рівень безробіття, небагато користі, якщо не вказати хоча б масштаб цього скорочення. Як наслідок, економісти та політики зацікавлені в кількісних макроекономічних прогнозах, які найчастіше будуються з використанням економетричних моделей.

У даному посібнику розглядається структурна економічна модель, в якій ендогенні змінні можуть мати одновимірне зображення у вигляді часового ряду, що є авторегресією (AR), рухомим середнім (MA) або змішаною моделлю авторегресійного рухомого середнього (ARMA), детально розглянута в роботах [2, 3, 8]. Застосування ARMA-моделей до економічного прогнозування стало можливим завдяки доступності пакетів комп'ютерних програм, що, в свою чергу, привело до зниження вартості прогнозування. Тому в посібнику також розглянуто приклади застосування пакету STATISTICA та бібліотек мови Python до дослідження часових рядів, для яких проводиться вибір відповідної ARMA-моделі, її ідентифікація, оцінювання параметрів, дослідження адекватності та одержання прогнозу.

Посібник призначено для студентів спеціальності 124 – Системний аналіз.

Розділ 1

Основні поняття теорії стохастичного прогнозування

1.1. Задачі стохастичного прогнозування

У різноманітних областях людської діяльності досить часто виникають ситуації, коли за наявної інформації (даних) X потрібно передбачити (спрогнозувати, оцінити) деяку величину Y , стохастично пов'язану з X (тобто X та Y мають деякий сумісний розподіл $L(X,Y)$), але яку безпосередньо виміряти неможливо (наприклад, Y може відноситися до майбутнього, а X – до теперішнього) [2, 3, 8]. Так, наприклад, може викликати інтерес прогноз успішності першокурсників чергового набору за оцінками, отриманими ними на вступних іспитах. Тут X було б середнім балом цих студентів на вступних екзаменах, а Y – середнім балом за підсумками першої сесії; при цьому сумісний розподіл X та Y можна в принципі визначити (оцінити) за аналітичними даними за попередні роки. Також є цікавими задачі прогнозування погоди за результатами відповідних атмосферних явищ, селекціонування нових видів рослин і тварин, визначення можливостей індивідуумів в окремих областях за допомогою відповідної системи контрольних тестів тощо. Особливо важливе значення прогнозування має в таких областях, як індустрія, економіка, комерція (прогнозування економічних показників, динаміки цін на той чи інший продукт, курс акцій на якийсь час вперед, курсу одних акцій на основі інших тощо). У всіх цих випадках мова йде про величини, недоступні для безпосереднього спостереження в і які необхідно оцінити (спрогнозувати) за допомогою доступних вимірюванню (спостереженню) супутніх величин.

У загальному випадку X означає деяку сукупність $\{X_1, X_2, \dots\}$ спостережувальних випадкових величин, які називаються передбачувальними (чи прогнозними) змінними, і задача полягає у побудові такої

Список використаної літератури

1. Стандарт вищої освіти України: другий (магістерський) рівень, галузь знань 12 – Інформаційні технології, спеціальність – 124 Системний аналіз. Затверджено і введено в дію наказом Міністерства освіти і науки України від 18.03.2021 р. № 331.
2. Юрченко І.В. Стохастичне прогнозування.– Чернівці: Видавничий дім “Родовід”, 2014.– 76 с.
3. Юрченко І.В. Стохастичне прогнозування. Навч. посібник. 2-е видання.- Чернівці: Видавничий дім "Родовід", 2017.– 78 с.
4. Мамчич Т.І., Оленко А.Я., Осипчук М.М., Шпортюк В.Г. Статистичний аналіз даних з пакетом STATISTICA.– Дрогобич: Видавнича фірма “Відродження”, 2006.– 208 с.
5. Методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Інтелектуальний аналіз даних» для студентів денної форми навчання зі спеціальності 122 – Комп’ютерні науки за освітньо-професійною програмою «Комп’ютерні науки» освітнього ступеня «бакалавр» (частина 2) / Укл.: Шевченко І.В.; Горлова Т.В.– Кременчук: Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, 2020.– 59 с.
6. Лабораторний практикум з використанням Statistica та Excel з курсу «Статистичне моделювання та прогнозування» / Укл.: Вільчинська О.М. – Львів: ЛНУ ім. Івана Франка, 2017.– 80 с.
7. Jake VanderPlas. Python Data Science Handbook. Essential Tools for Working with Data.– Beijing, Boston, Farnham, Tokyo: O’Reilly Media, Inc, 2016.– 576 p.– ISBN: 9-781-491-912-058.
8. Боровиков В.П., Івченко Г.И. Прогнозирование в системе STATISTICA в среде WINDOWS.– М.: Финансы и статистика, 2000.– 384 с.
9. Mauna Loa Weekly Atmospheric CO2 Data — statsmodels 0.6.1 documentation [Електронний ресурс].– [Mauna Loa Weekly Atmospheric CO2 Data — statsmodels 0.6.1 documentation](https://www.statsmodels.org/stable/mauna_loa.html)
10. Mustafa Abusalah. Brent Oil Prices Forecast with Prophet and ARIMA [Електронний ресурс].– <https://medium.com/analytics-vidhya/brent-oil-prices-forecast-with-prophet-and-arima-50f5f177da5b>
11. Why start using sktime for forecasting? | by Joanna Lenczuk | Towards Data Science [Електронний ресурс].– <https://towardsdatascience.com/why-start-using-sktime-for-forecasting-8d6881c0a518>
12. Корольок В.С. Портенко М.І., Скороход А.В., Турбин А.Ф. Довідник з теорії ймовірностей і математичної статистики.– Київ: Наук. думка, 1978.– 582 с.

ПРОГНОЗУВАННЯ В СИСТЕМНОМУ АНАЛІЗІ

Юрченко Ігор Валерійович

Навчальний посібник

для здобувачів освітнього ступеня "магістр"
зі спеціальності 124 – Системний аналіз
(освітньо-професійна програма "Системний аналіз")

Електронне видання

Друкується в авторській редакції.