

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МІЖНАРОДНИЙ ГУМАНІТАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій

Соловська І.М., Григор'єва Т.І.

СТАТИСТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ

Методичні рекомендації
для самостійної роботи здобувачів,
які навчаються за другим (магістерським) рівнем вищої освіти
зі спеціальності 112 «Статистика»

Одеса - 2024 рік

Рекомендовано навчально-методичною радою Міжнародного гуманітарного університету (Протокол № 13 від 16.08.2024 р.)

Соловська І.М., Григор'єва Т.І.

Статистичне моделювання та програмування: методичні рекомендації для самостійної роботи здобувачів, які навчаються за другим (магістерським) рівнем вищої освіти зі спеціальності 112 «Статистика» [Електронне видання] / Соловська І.М., Григор'єва Т.І. Кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій Міжнародного гуманітарного університету. Одеса, 2024. – 15 с.

Методичні рекомендації з дисципліни «Статистичне моделювання та програмування» розроблено відповідно до навчального плану зі спеціальності 112 «Статистика», вони складаються з навчальної програми курсу, методичних рекомендацій з проведення практичних занять і виконання завдань для самостійної роботи здобувачів, списку рекомендованої літератури.

Матеріали призначено для студентів Міжнародного гуманітарного університету, які навчаються зі спеціальності 112 «Статистика», галузь знань – 11 Математика та статистика.

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
		денна форма навчання
Кількість кредитів – 4 Загальна кількість годин – 240	Галузь – 11 «Математика і статистика»	Обов'язкова
	Спеціальність – 112 «Статистика»	Рік підготовки:
1-й		Семестр
Мова навчання – українська	Рівень вищої освіти – другий (магістерський) рівень	2-й
		Лекції
		14/6 год.
		Практичні, семінарські
		28/6 год.
		Лабораторні
		-
		Самостійна робота та індивідуальні завдання
		78 / 108 год.
		Вид контролю:
екзамен		

Дисципліна «**Статистичне моделювання та прогнозування**» формує у здобувачів необхідний обсяг теоретичних і практичних знань про прогнозування та побудову моделей в умовах сучасного підходу до економіки та бізнес-процесів на підставі широкого використання сукупності математичних методів і моделей. Отримані знання та професійні навички дозволяють здобувачам здійснювати статистичне моделювання та прогнозування щодо прийняття ефективних управлінських і економічних рішень.

Мета дисципліни «Статистичне моделювання та прогнозування» є розширення та поглиблення теоретичних знань та набуття професійних компетентностей щодо статистичного моделювання та прогнозування соціально-економічних процесів за допомогою статистичних методів та моделей.

Передумови для вивчення дисципліни є знання і вміння, отримані студентом при вивченні навчальних дисциплін бакалаврської підготовки. Знання і вміння, отримані студентом при вивченні даної навчальної дисципліни, можуть бути використані при паралельному вивченні таких дисциплін: «Сучасні проблеми

теорії ймовірностей та математичної статистики», «Аналіз даних та комп'ютерна статистика».

2. ЗАПЛАНОВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Студенти повинні знати:

- основні принципи статистичного моделювання та прогнозування, що використовується для опису економічних та соціальних процесів;
- основні визначення та поняття, які притаманні статистичному моделюванню та прогнозуванню;
- основні методи (методи аналізу рядів розподілу, методи експертних оцінок, адаптивного прогнозування),
- основні види тенденцій у економічних та соціальних явищах, методи оцінки загальної тенденції, прогновної екстраполяції на основі трендових моделей ARIMA та FARIMA;
- методи прогнозування на базі сплайн- та вейвлет- екстраполяції;
- сучасні засоби та технології збору, обробки та поширення даних.

Студенти повинні вміти:

- застосовувати методи статистичного моделювання та прогнозування з метою прийняття ефективних управлінських і економічних рішень;
- впроваджувати методи статистичного моделювання та прогнозування при оцінці статистичних явищ та бізнес-процесів на базі результатів статистичних спостережень;
- здійснювати статистичний аналіз та будувати моделі прогнозування соціально-економічних явищ та процесів з подальшою перевіркою адекватності побудованих моделей;
- використовувати сучасні пакети прикладних програм для моделювання та прогнозування соціально-економічних явищ та процесів з візуалізацією отриманих результатів.

3. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Тема 1. Моделювання та прогнозування.

Основні етапи процесу статистичного моделювання. Вихідні дані моделювання та аналіз результатів. Принципи прогнозування, види прогнозів. Основні методи прогнозування та особливості їхнього застосування.

Джерела даних для статистичного моделювання та прогнозування. Big Data та хмарні сховища, задачі Data Mining. Зростання обсягів та частоти даних Big Data.

Тема 2. Статистичне моделювання.

Визначення понять «причинності», «причинно-наслідкових результатів», «регресії», «кореляції». Принципи кореляційно-регресійного аналізу.

Перевірка адекватності побудованих моделей. Поняття множинної (багатофакторної) регресії. Критерії та підходи для знаходження оптимальної моделі.

Статистичне моделювання залежностей за результатами планованого експерименту.

Тема 3. Прогнозування.

Сутність прогнозування. Види і призначення прогнозів. Принципи і базові етапи прогнозування.

Класифікація методів прогнозування. Характеристика прикладних пакетів статистичного аналізу. Основи аналізу часових рядів.

Прості методи прогнозування та їх особливості. Методи інтерполяції, прогнозування на основі темпів зростання, методи генерації прогнозних вибірок.

Адаптивні методи прогнозування. Особливості методів короткострокового прогнозування (ковзні середні, експоненціальна середня), методи згладжування помилок.

Модель авторегресії AR та її поширення. ARMA-процес. Прогнозування на основі ARMA-моделей.

Принципи формування експертних систем прогнозування. Етапи проведення колективної експертної оцінки. Статистичне оброблення експертних оцінок.

Тема 4. Прогнозування на базі сплайн- та вейвлет- екстраполяції.

Вихідні дані та постановка завдання, приклади екстраполяцій та визначення показників MSE точності прогнозу.

Прогнозування подій (сплайн- та вейвлет-екстраполяція). Проблеми забезпечення продуктивності та точності прогнозу.

4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин							
	денна форма				Заочна форма			
	усього	у тому числі			усього	у тому числі		
		лекц.	прак	сам. роб.		лекц.	прак	сам. роб.
Тема 1. Моделювання та прогнозування	30	4	6	20	30	2	2	26
Тема 2. Статистичне моделювання	30	4	6	20	30	2	2	26
Тема 3. Прогнозування	30	4	6	20	30	2	2	26
Тема 4. Прогнозування на базі сплайн- та вейвлет-екстраполяції	30	2	6	22	30			30
Усього годин	120	14	24	82	120	6	6	108
ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ - ЕКЗАМЕН								

5. ПИТАННЯ ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Тема 1. Моделювання та прогнозування.

Основні етапи процесу статистичного моделювання. Вихідні дані моделювання та аналіз результатів.

Принципи прогнозування, види прогнозів. Основні методи прогнозування та особливості їхнього застосування.

Джерела даних для статистичного моделювання та прогнозування. Big Data та хмарні сховища, задачі Data Mining.

Тема 2. Статистичне моделювання.

Визначення понять «причинності», «причинно-наслідкових результатів», «регресії», «кореляції».

Принципи кореляційно-регресійного аналізу.

Перевірка адекватності побудованих моделей. Поняття множинної (багатофакторної) регресії. Критерії та підходи для знаходження оптимальної моделі.

Тема 3. Прогнозування.

Прості методи прогнозування та їх особливості. Методи інтерполяції, прогнозування на основі темпів зростання, методи генерації прогнозних вибірок.

Адаптивні методи прогнозування. Особливості методів короткострокового прогнозування (ковзні середні, експоненціальна середня), методи згладжування помилок.

Модель авторегресії AR та її поширення. ARMA-процес. Прогнозування на основі ARMA-моделей. Ідентифікація моделі ARIMA-моделей, оцінка моделі, діагностика моделі, аналіз залишків, порівняння моделей, числові критерії адекватності моделей.

Принципи формування експертних систем прогнозування. Етапи проведення колективної експертної оцінки. Статистичне оброблення експертних оцінок.

Тема 4. Прогнозування на базі сплайн- та вейвлет- екстраполяції.

Прогнозування подій (сплайн- та вейвлет-екстраполяція). Проблеми забезпечення продуктивності та точності прогнозу.

6. САМОСТІЙНА РОБОТА

До самостійної роботи студентів щодо вивчення дисципліни «Статистичне моделювання та прогнозування» включаються:

1. Знайомство з науковою та навчальною літературою відповідно зазначених у програмі тем.
2. Опрацювання лекційного матеріалу.
3. Підготовка до практичних занять.
4. Консультації з викладачем протягом семестру.
5. Самостійне опрацювання окремих питань навчальної дисципліни.
6. Підготовка до підсумкового контролю.

ТЕМАТИКА ТА ПИТАННЯ ДО САМОСТІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ТА ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Тема 1. Моделювання та прогнозування.

Джерела даних для статистичного моделювання та прогнозування. Big Data та хмарні сховища, задачі Data Mining. Зростання обсягів та частоти даних Big Data.

Тема 2. Статистичне моделювання.

Перевірка адекватності побудованих моделей. Поняття множинної (багатофакторної) регресії. Критерії та підходи для знаходження оптимальної моделі.

Статистичне моделювання залежностей за результатами планованого експерименту.

Тема 3. Прогнозування.

Прості методи прогнозування та їх особливості. Методи інтерполяції, прогнозування на основі темпів зростання, методи генерації прогнозних вибірок.

Адаптивні методи прогнозування. Особливості методів короткострокового прогнозування (ковзні середні, експоненціальна середня), методи згладжування помилок.

Модель авторегресії AR та її поширення. ARMA-процес. Прогнозування на основі ARMA-моделей.

Принципи формування експертних систем прогнозування. Етапи проведення колективної експертної оцінки. Статистичне оброблення експертних оцінок.

Тема 4. Прогнозування на базі сплайн- та вейвлет- екстраполяції.

Вихідні дані та постановка завдання, приклади екстраполяцій та визначення показників MSE точності прогнозу.

Прогнозування подій (сплайн- та вейвлет-екстраполяція). Проблеми забезпечення продуктивності та точності прогнозу.

7. ВИДИ ТА МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Робоча програма навчальної дисципліни «Статистичне моделювання та прогнозування» передбачає наступні види та методи контролю:

Види контролю	Складові оцінювання
поточний контроль , який здійснюється у ході: проведення практичних занять, виконання варіантів завдань, проведення консультацій та відпрацювань, підсумковий контроль.	50%
підсумковий контроль , який здійснюється у ході проведення іспиту.	50%

Методи діагностики знань (контролю)	фронтальне опитування, індивідуальне опитування, робота у групах, розв'язання задач і практичних завдань, іспит
--	---

8. ПИТАННЯ ДО ІСПИТУ

1. Дайте визначення процесам статистичного оцінювання параметрів досліджуваних явищ.
2. Кореляційно-регресійний аналіз досліджуваних показників.
3. Основні фактори експерименту та їхній вплив на результати експерименту.
4. Основні складові статистичного аналізу, моделювання та прогнозування процесів.
5. Сутність моделювання. Моделювання в науковій діяльності. Етапи процесу моделювання.
Мета та об'єкт моделювання.
7. Результати статистичного моделювання. Аналіз і інтерпретація результатів моделювання.
8. Принципи розроблення прогнозів. Види прогнозів.
9. Методи прогнозування, особливості їх застосування.
10. Імовірнісні моделі законів розподілу. Статистична перевірка гіпотез
11. Статистичні параметри розподілів показників масових процесів та їх оцінювання.
12. Принципи перевірки гіпотез та формулювання статистичного висновку.
13. Методи кореляційно-регресійного аналізу.
14. Статистичне моделювання залежностей за результатами планованого експерименту.
15. Основні методи прогнозування та особливості їхнього застосування.
Джерела даних для статистичного моделювання та прогнозування.

16. Адаптивні методи прогнозування. Особливості методів короткострокового прогнозування (ковзні середні, експоненціальна середня), методи згладжування помилок.
17. Модель авторегресії AR та її поширення. ARMA-процес. Прогнозування на основі ARMA-моделей.
18. Методи класифікації й прогнозування. Методи найближчого сусіда KNN, WKNN.
19. Методи класифікації й прогнозування. Методи опорних векторів.
20. Методи класифікації й прогнозування. Байєсовська класифікація.
21. Прогнозування на базі сплайн- та вейвлет- екстраполяції.
22. Визначення показників MSE точності прогнозу.
23. Принципи формування експертних систем прогнозування.
24. Етапи проведення експертної оцінки. Статистичне оброблення експертних оцінок.
25. Результати прогнозування. Оцінки та порівняння.

9. КРИТЕРІЇ ПІДСУМКОВОЇ ОЦІНКИ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ (для іспиту / заліку)

Рівень знань оцінюється:

– «відмінно» / «зараховано» А - від 90 до 100 балів. Студент виявляє особливі творчі здібності, вміє самостійно знаходити та опрацювати необхідну інформацію, демонструє знання матеріалу, проводить узагальнення і висновки. Був присутній на лекціях та практичних заняттях, під час яких давав вичерпні, обґрунтовані, теоретично і практично правильні відповіді, має конспект з виконаними завданнями до самостійної роботи, проявляє активність і творчість у науково-дослідній роботі;

– «добре» / «зараховано» В - від 82 до 89 балів. Студент володіє знаннями матеріалу, але допускає незначні помилки у формуванні термінів, категорій, проте за допомогою викладача швидко орієнтується і знаходить правильні відповіді. Був присутній на лекціях та практичних заняттях, має конспект з виконаними завданнями до самостійної роботи, проявляє активність і творчість у науково-дослідній роботі;

– «добре» / «зараховано» С - від 74 до 81 балів. Студент відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень, з допомогою викладача може аналізувати навчальний матеріал, але дає недостатньо обґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає помилки. При цьому враховується

наявність конспекту з виконаними завданнями до самостійної роботи та активність у науково-дослідній роботі;

– «задовільно» / «зараховано» D - від 64 до 73 балів. Студент був присутній не на всіх лекціях та семінарських заняттях, володіє навчальним матеріалом на середньому рівні, допускає помилки, серед яких є значна кількість суттєвих. При цьому враховується наявність конспекту з виконаними завданнями до самостійної роботи;

– «задовільно» / «зараховано» E - від 60 до 63 балів. Студент був присутній не на всіх лекціях та семінарських заняттях, володіє навчальним матеріалом на рівні, вищому за початковий, значну частину його відтворює на репродуктивному рівні, на всі запитання дає необґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає помилки, має неповний конспект з завданнями до самостійної роботи.

– «незадовільно з можливістю повторного складання» / «не зараховано» FX – від 35 до 59 балів. Студент володіє матеріалом на рівні окремих фрагментів, що становлять незначну частину навчального матеріалу.

– «незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни» / «не зараховано» F – від 0 до 34 балів. Студент не володіє навчальним матеріалом.

Таблиця відповідності результатів контролю знань за різними шкалами

100-бальною шкалою	Шкала за ECTS	За національною шкалою	
		іспит	залік
90-100 (10-12)	A	Відмінно	зараховано
82-89 (8-9)	B	Добре	
74-81 (6-7)	C		
64-73 (5)	D	Задовільно	не зараховано
60-63 (4)	E		
35-59 (3)	FX	незадовільно	
1-34 (2)	F		

10. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Єріна А.М. Статистичне моделювання та прогнозування: Навч. посібник. – К. : КНЕУ, 2001. – 170 с.

2. Артеменко В.Б. Моделювання і прогнозування економічних рядів динаміки: Навч. посібник (+CD). – Львів : Вид-во Львівської комерційної академії, 2003. – 228 с.
3. Артеменко В.Б. Методи прогнозування: дистанційний курс (ДК МП) у Веб-центрі ЛТЕУ [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://virt.lac.lviv.ua>.
1. Прогнозування економічних і соціальних процесів: навч. посіб. / І.С. Благун, І.В. Буртняк, Г.П. Малицька [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://194.44.152.155/elib/local/1031.pdf>.
2. Завдання до самостійної роботи з навчальної дисципліни "Статистичне моделювання та прогнозування" для студентів напряму підготовки 6.030506 "Прикладна статистика" денної форми навчання / укл. О. В. Раєвнева, Л. А. Гольцяєва, І. В. Чанкіна. – Х. : Вид. ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2014. – 72 с.
3. Advanced Statistical Modeling, Forecasting, and Fault Detection in Renewable Energy Systems Edited by Fouzi Harrou and Ying Sun http://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://library.oopen.org/bitstream/20.500.12657/43847/1/external_content.pdf

Допоміжна

4. Методичні рекомендації до написання курсових робіт з навчальної дисципліни "Статистичне моделювання та прогнозування" для студентів напряму підготовки 6.030506 "Прикладна статистика" денної форми навчання : [Електронне видання] / уклад. О. В. Раєвнева, Л. А. Гольцяєва, І. В. Чанкіна, С. О. Степуріна. – Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2016. – 27 с.
5. Strelkovskaya I., Solovskaya I. Using spline-extrapolation in the research of self-similar traffic characteristics. Journal of Electrical Engineering. 2019. Vol. 70, Is. 4. P. 310-316. <https://doi.org/10.2478/jee-2019-0061>
6. Strelkovskaya I., Solovskaya I., Makoganiuk A. Different extrapolation methods in Problems of Forecasting. Advances in Information and Communication Technology and Systems. Lecture Notes in Networks and Systems. 2020. Vol. 152. Springer. P. 217-228. https://doi.org/10.1007/978-3-030-58359-0_12
7. Стрелковська І.В., Соловська І.М., Стрелковська Ю.О. Застосування дійсних та комплексних сплайнів в задачах інфокомунікацій. Проблеми телекомунікацій. – 2021. – № 1(28). – С. 3-19.
8. Стрелковська І.В. Використання сплайн-апроксимації та сплайн-екстраполяції в задачах інфокомунікацій / І.В. Стрелковська, І.М. Соловська // VII Всеукраїнська науково-практична конференція «Інформаційне суспільство: проблеми та перспективи»: матеріали конф., Одеса, 20 травня

2022 р.: тези доп. – Одеса: НУ ОЮА, 2022. – С. 56-61.
<http://dspace.onua.edu.ua/handle/11300/18196>

9. Стрелковська І. В., Соловська І. М., Стрелковська Ю. О., Використання методів сплайн-функцій в телекомунікаційних та інформаційних технологіях Міжнародна конференція «Передові технології в інформаційно-комунікаційній інженерії»: матеріали конф., 17-20 липня 2023р.: тези доц. – Одеса: МГУ, 2023. – С. 70-79.

Інформаційні ресурси

10. Електронний каталог Національної парламентської бібліотеки України [політемат. база даних містить відом. про вітчизн. та зарубіж. кн., брош., що надходять у фонд НПБ України]. Київ: Нац. парлам. б-ка України, 2002-2024.
URL: catalogue.nplu.org
11. Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського Київ: НБУВ, 2013-2024. URL: www.nbuv.gov.ua

ЗМІСТ

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.....	3
2. ЗАПЛАНОВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ	4
3. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.....	4
4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.....	6
5. ПИТАННЯ ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ	6
6. САМОСТІЙНА РОБОТА.....	7
7. ВИДИ ТА МЕТОДИ КОНТРОЛЮ	8
8. ПИТАННЯ ДО ІСПИТУ.....	9
9. КРИТЕРІЇ ПІДСУМКОВОЇ ОЦІНКИ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ.....	10
10. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.....	11
ЗМІСТ.....	14

Навчальне видання

Соловська Ірина Миколаївна

Григор'єва Тетяна Ігорівна

СТАТИСТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ

Методичні рекомендації
для самостійної роботи здобувачів,
які навчаються за другим (магістерським) рівнем вищої освіти
зі спеціальності 112 «Статистика»

Українською мовою