


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Механіко-математичний факультет
Кафедра математичної статистики
і диференціальних рівнянь

Затверджено

На засіданні кафедри математичної
статистики
і диференціальних рівнянь
механіко-математичного факультету
Львівського національного університету
імені Івана Франка
(протокол №1 від 28.08.2020 р.)

В.о. завідувача кафедри:

 Олег БУГРІЙ

Силабус з навчальної дисципліни
“Аналіз та прогнозування часових рядів”,
що викладається в межах ОПП “Статистичний аналіз даних”
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для здобувачів з
спеціальності 112 – Статистика

Львів 2020 р.

Назва дисципліни	Аналіз та прогнозування часових рядів
Адреса викладання дисципліни	Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка м. Львів, вул. Університетська 1
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Механіко-математичний факультет Кафедра математичної статистики і диференціальних рівнянь
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	11 Математика та статистика 112 Статистика
Викладачі дисципліни	Базилевич Ірина Богданівна, доцент кафедри математичної статистики і диференціальних рівнянь
Контактна інформація викладачів	Iryna.Bazylevych@lnu.edu.ua ; http://new.mmf.lnu.edu.ua/ msde.mmf@lnu.edu.ua Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка, каб. 267. м. Львів, вул. Університетська, 1
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації в день проведення лекцій/лабораторних занять (за попередньою домовленістю).
Інформація про дисципліну	Дисципліна “Аналіз та прогнозування часових рядів” є вибірковою дисципліною зі спеціальності 112 – Статистика для освітньої програми “Статистичний аналіз даних”, яка викладається в 8-му семестрі в обсязі 4-х кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Коротка анотація дисципліни	Курс присвячений вивченню часових рядів. Часові ряди – розділ математичної статистики який вивчає випадкові величини у часовому вимірі. Розглядається набір статистичних даних в хронологічному порядку. В найпростішому випадку дані беруться в рівновіддалених точках в часі, які йдуть одна за одною. Таким чином, він є послідовністю даних дискретного часу. Зазвичай, часовий ряд представляється як сума невинякової складової, та випадкової складової яка являє собою стаціонарний процес. Тут невинякова складова містить лінію тренду, сезонну складову та циклічну складову. Важливою проблемою часових рядів є прогнозування. На основі попередніх даних робиться прогноз на наступні проміжки часу.
Мета та цілі дисципліни	Мета - студенти повинні навчитись виділяти лінію тренду, циклічну та сезонну складову, визначати автокореляційну та часткову автокореляційну функцію. Проводити прогнозування часових рядів. Цілі – студенти повинні навчитись в реальних процесах бачити часовий ряд, уміти перевіряти на наявність ліній тренду
Література для вивчення дисципліни	1. Бідюк П.І. Аналіз часових рядів/П.І. Бідюк, В.Д. Романенко, О. Л. Тимошук: НТУУ КПІ. – Київ, НТУУ КПІ, 2010 2. Вільям Г. Грін. Економетричний аналіз. – К.: «Основи», 2005. -1197 с. 3. Оліскевич М.О. Основи економетрії часових рядів. Навчальний посібник. – Львів, 2008. – 321 с. 4. Прогнозування та аналіз часових рядів. Методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи студентів спеціальності 051 «Економіка» освітня програма «Економічна кібернетика».

	<p>«Економічна аналітика» / Укл.: Юрченко М. Є. – Чернігів: ЧНТУ, 2018. – 88 с</p> <p>5. Box, George; Jenkins, Gwilym. <i>Time Series Analysis: forecasting and control, rev. ed.</i> Oakland, California: Holden-Day. 1976</p> <p>6. Cowpertwait P.S.P., Metcalfe A.V. , <i>Introductory Time Series with R</i>, Springer.-2009</p> <p>7. Durbin J.^[en], Koopman S.J. <i>Time Series Analysis by State Space Methods</i>, Oxford University Press. – 2001.</p> <p>8. Ставицький А.В. Теорія часових рядів. – 90 с.- andriystav.cc.ua</p> <p>9. Часові ряди. Pdf. –kstat.pnu.edu. ua/wp-content/ uploads/ sites/ 63/ 2018/ 04/Часові-ряди.pdf</p>
Обсяг курсу	8 семестр – 120 год. : 39 годин лекцій, 26 год. – практичні заняття, 55 год. самостійна робота.
Очікувані результати навчання	У результаті вивчення курсу студенти оволодіють системою наукових понять і математико-статистичних методів часових рядів, їх аналізу та прогнозування.
Ключові слова	Часовий ряд, лінія тренду, сезонна складова, циклічна складова, випадкова складова, згладжування часового ряду, модель ARIMA, прогнозування часових рядів.
Формат курсу	Очний Проведення лекцій, лабораторних робіт і консультацій.
Теми	Див. схему курсу
Підсумковий контроль, форма	Залік у кінці 8 семестру.
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з <ul style="list-style-type: none"> - Математичного аналізу; - Лінійної алгебри - Теорії ймовірностей; - Математичної статистики - Програмування на мові R.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Презентації, лекції Індивідуальні завдання
Необхідне обладнання	Комп'ютер із загально вживаним програмним забезпеченням, доступ до Internet мережі.
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	<p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Змістовий модуль 1: 10% семестрової оцінки за активну роботу на заняттях, 10% семестрової оцінки за виконання практичних аудиторних і домашніх завдань, 20% семестрової оцінки за колоквиум, максимальна кількість балів 40. • Змістовий модуль 2: 15% семестрової оцінки за активну роботу на заняттях, 15% семестрової оцінки за виконання практичних аудиторних і домашніх завдань, максимальна кількість балів 30. • Контрольне тестування: 30% семестрової оцінки, максимальна кількість балів 30. <p>Підсумкова максимальна кількість балів 100.</p> <p>Академічна доброчесність: Очікується, що роботи студентів будуть їх</p>

оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброочесності. Виявлення ознак академічної недоброочесності в письмовій роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.

Відвідання занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції та практичні заняття курсу. Студенти повинні інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися термінів визначених для виконання всіх видів письмових робіт та індивідуальних завдань, передбачених курсом.

Література. Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.

Політика виставлення балів. Враховуються бали набрані при поточному тестуванні, самостійній роботі та бали підсумкового тестування. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час практичного заняття; недопустимість пропусків та запізнь на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях не пов'язаних з навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін.

Жодні форми порушення академічної доброочесності не толеруються.

Оцінювання практичних робіт відбувається шляхом оцінки роботи студента під час проведення практичної роботи в аудиторії та захисту написаної студентом вдома практичної роботи.

Бали оцінювання аудиторного виконання практичних робіт нараховуються за наступним співвідношенням:

100% – студент в повному обсязі володіє навчальним матеріалом, має повне розуміння розглянутої теми, надає правильні відповіді на запитання по темі, код програми функціонує відповідно до завдання;

75% – студент достатньо розуміє розглянутий матеріал та принципи написаного ним коду програми, присутні неточності та незначні помилки у відповідях на запитання по темі, код програми функціонує відповідно до завдання;

50% – студент не досить добре розуміє розглянутий матеріал та написаний ним код програми, вагається та надає неточні/не конкретні відповіді на запитання по темі, код програми функціонує з помірними недоліками;

25% – студент погано розуміє розглянутий матеріал та написаний ним код програми, студент в більшості надає помилкові відповіді на питання по темі, код програми не функціонує належним чином;

0 - студент зовсім не засвоїв розглянутий матеріал, написаний ним код програми не відповідає темі/не функціонує взагалі.

Бали оцінювання домашнього завершення виконання практичних робіт та наданого звіту нараховуються за наступним співвідношенням:

100% – звіт цілком і повністю відображає індивідуальне завдання студента, містить правильні висновки, ілюстрований (за потреби) відповідними графіками і таблицями які правильно відображають суть виконаного завдання, студент має повне розуміння розглянутої теми, надає правильні відповіді на запитання по темі, код програми функціонує відповідно до завдання;

75% – звіт в достатній мірі відображає індивідуальне завдання студента,

	<p>містить допустимі висновки, ілюстрований (за потреби) відповідними графіками і таблицями які частково відображають суть виконаного завдання, студент достатньо розуміє принципи написаного ним коду програми, присутні неточності та незначні помилки у відповідях на запитання по темі, код програми функціонує відповідно до завдання;</p> <p>50% – звіт містить загальні формулювання завдання, висновки нечіткі, необхідні ілюстрації чи таблиці відсутні, студент не досить добре розуміє розглянутий матеріал та представлений код програми, надає неточні/не конкретні відповіді на запитання по темі, код програми функціонує з помірними недоліками;</p> <p>25% – звіт не містить формулювання завдання, висновки необґрунтовані чи неповні, необхідні ілюстрації чи таблиці відсутні, студент погано розуміє розглянутий матеріал та представлений код програми, студент в більшості надає помилкові відповіді на питання по темі, код програми не функціонує належним чином;</p> <p>0 – звіт відсутній/не відповідає темі, студент зовсім не засвоїв розглянутий матеріал, написаний ним код програми не відповідає темі/не функціонує взагалі.</p> <p>Оцінювання колоквиуму та контрольного тестування (завдання з тематики кожного змістового модуля) відбувається шляхом оцінки письмових відповідей студента на поставлені запитання.</p> <p>Відсотки нарахування балів оцінювання відповіді на кожне запитання нараховуються за наступним співвідношенням:</p> <p>75-100% – тема відтворюється в повному обсязі, правильно, обґрунтовано, логічно;</p> <p>50-75% – відтворюється значна частина розглянутої теми, проте присутні неточності та/або невідповідності;</p> <p>25-50% – виявлено множинні неточності та невідповідності, пояснення відсутні чи частково помилкові;</p> <p>0-25% – тему майже не розкрито, кількість викладеного матеріалу не відповідає загальним нормам обраного виду роботи.</p> <p>Критерії оцінювання результатів неформальної освіти:</p> <p>Нарахування балів відбувається за публікацію студентом тез доповідей на конференціях, наукових статей, за участь студента у діяльності наукових гуртків, семінарів, круглих столів, конкурсів, участь у заходах неформальної освіти, за отримання сертифікатів про проходження навчання на різних освітніх платформах (Coursera, Prometheus тощо), курсах провідних ІТ компаній за тематикою навчальної дисципліни. Кількість балів визначається відсотком покриття результатів відповідної активності до вимог результатів навчання з навчальної дисципліни.</p>
<p>Питання для оцінювання</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Означення часового ряду. 2. Складові часового ряду 3. Стаціонарні часові ряди та їх характеристики. 4. Часткова автокореляційна функція 5. Спектральна щільність 6. Інтенсивність 7. Означення стаціонарного ряду 8. Невипадкова складова. Критерії на перевірки гіпотези про снування невинпадкової складової 9. Аналітичні методи виділення невинпадкової складової 10. Алгоритмічні методи виділення невинпадкової складової 11. Метод ковзаючого середнього. 12. Метод Брауна. 13. Підбір апроксимуючого полінома методом скінчених різниць.

	<ol style="list-style-type: none"> 14. Моделі стаціонарних часових рядів. Їх ідентифікація. 15. Означення білого шуму. 16. Модель авторегресії порядку p 17. Автокореляційна функція та часткова автокореляційна функція в моделі авторегресії. 18. Модель ковзаючого середнього 19. Модель ARMA. 20. Моделі нестационарних часових рядів. Їх ідентифікація. 21. Модель ARIMA (модель Бокса-Дженкінса). 22. Модель рядів які містять сезонну компоненту. 23. Регресійні моделі з розподіленими лагами. 24. Нормована структура лага як розподіл ймовірностей 25. Поліноміальна лагова структура Ширлі Алмон. 26. Геометрична лагова структура Койка. 27. Лагові структури, які базуються на ймовірнісній параметризації 28. Прогнозування. 29. Прогнозування, що базуються на моделі ARIMA. 30. Прогнозування методом Брауна. 31. Метод Хольта. 32. Адитивна модель сезонності Тейла-Вейджа. 33. Простір станів 34. Лінійно зростаюча модель 35. Фільтр Калмана 36. Прогнозування фільтру Калмана. 37. Фільтр Калмана його локальні моделі.
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

Схема курсу

Тижні	Лекційний курс		Практичні заняття		К-сть год СР	Літе- ратура
	Назва теми	К-сть год	Назва теми	К-сть год		
1	2	3	4	5	6	7
1	Тема 1. Поняття часового ряду. Означення. Структура часового ряду. Числові характеристики часового ряду Автокореляційна функція. Часткова автокореляційна функція.	2	Тема 1. Поняття часового ряду. Означення. Структура часового ряду. Числові характеристики часового ряду Автокореляційна функція. Часткова автокореляційна функція.	2	6	[1], [2], Сайт курсу
1, 2	Тема 2. Стаціонарні часові ряди	2	Тема 2. Стаціонарні часові ряди	1	6	[1], [2], Сайт курсу
2, 3	Тема 3. Гіпотези про наявність не випадкової складової компоненти	2	Тема 3. Гіпотези про наявність не випадкової складової компоненти	2	6	[1], [2], [7]-[9], Сайт курсу
3	Тема 4. Аналітичні та алгоритмічні способи виділення тренду часового ряду.	2	Тема 5. Аналітичні та алгоритмічні способи виділення тренду часового ряду.	1	5	[1], [2], Сайт курсу
3, 4	Тема 5. Метод експоненціального зваженого середнього ковзаючого	2	Тема 5. Метод експоненціального зваженого середнього ковзаючого	2	2	[1]-[4], [9], Сайт курсу
4, 5	Тема 6. Стаціонарні часові ряди. Модель авторегресії порядку 1	2	Тема 6. Стаціонарні часові ряди. Модель авторегресії порядку 1	1	2	[1]-[2], Сайт курсу
5	Тема 7. Модель авторегресії порядку 2, порядку p	2	Тема 7. Модель авторегресії порядку 2, порядку p	2	2	[1]-[6], Сайт курсу
6	Тема 8. Модель ковзаючого середнього. Модель ковзаючого середнього першого порядку	2	Тема 8. Модель ковзаючого середнього. Модель ковзаючого середнього першого порядку	1	2	[1]-[9], Сайт курсу
6, 7	Тема 9. Модель ковзаючого середнього q -го порядку.	2	Тема 9. Модель ковзаючого середнього q -го порядку.	2	2	[2]-[6], Сайт курсу
7	Тема 10. Зв'язок між моделлю авторегресії і моделлю ковзаючого середнього	2	Тема 10. Зв'язок між моделлю авторегресії і моделлю ковзаючого середнього	1	2	[2]-[6], Сайт курсу
8	Тема 11. Нестационарні часові ряди. Підбір порядку апроксимуючого полінома.	2	Тема 11. Нестационарні часові ряди. Підбір порядку апроксимуючого полінома.	1	2	[2]-[6], Сайт курсу
8, 9	Тема 12. Модель ARIMA (p,d,q)	2	Тема 12. Модель ARIMA (p,d,q)	1	2	[2]-[6], Сайт курсу
9	Тема 13. Процеси, що містять сезонну компоненту.	2	Тема 13. Процеси, що містять сезонну компоненту.	2	2	[4]-[8] Сайт курсу
10	Тема 14. Прогнозування	2	Тема 14. Прогнозування	1	2	[4]-[8]

						Сайт курсу
10, 11	Тема 15. Лагові моделі	2	Тема 15. Лагові моделі	1	2	[7], [8], Сайт курсу
11	Тема 16. Модель просторових станів	2	Тема 16. Статистика Лью-Бокса	1	2	[1]-[9], Сайт курсу
11, 12	Тема 17. Лінійно зростаюча модель	2	Тема 17. Спектральна щільність	1	2	[9] Сайт курсу
12	Тема 18. Фільтр Калмана	2	Тема 18. Лінійний фільтр	1	2	[9] Сайт курсу
13	Тема 19. Прогнозування фільтра Калмана	2	Тема 19. Простір станів	1	2	[9] Сайт курсу
13	Тема 20. Фільтр Калмана і його локальні моделі	1	Тема 20. Фільтр Калмана	1	2	[9] Сайт курсу
	Разом	39		26	55	
	Викладач: Базилевич І.Б.		Викладач: Базилевич І. Б.			