МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Факультет прикладної математики та інформатики
Кафедра математичного моделювання соціально-економічних процесів

Оновлено та затверджено
на засіданні
кафедри математичного моделювання
соціально-економічних процесів
факультету прикладної математики та інформатики
Львівського національного університету імені Івана Франка
(протокол № 2 від 27.08.2025 р.)

Завідувач кафедри

_____ Петро СЕНЬО

Силабус з навчальної дисципліни "Прикладне статистичне моделювання", що викладається в межах ОПП "Системний аналіз і управління. Інтелектуальний аналіз даних" першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для здобувачів з спеціальності 124 – системний аналіз

Львів 2025 р.

Назва дисципліни	Прикладне статистичне моделювання
Адреса викладання дисципліни	Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка м. Львів, вул. Університетська 1
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Факультет прикладної математики та інформатики Кафедра математичного моделювання соціально-економічних процесів
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	12 – інформаційні технології 124 – системний аналіз
Викладачі дисципліни	Сеньо Петро Степанович, доктор фізико - математичних наук, професор, завідувач кафедри математичного моделювання соціально-економічних процесів Хімка Уляна Теодорівна, кандидат фізико - математичних наук, доцент, доцент кафедри математичного моделювання соціально-економічних процесів Філь Богдан Миколайович, кандидат фізико - математичних наук, доцент, доцент кафедри математичного моделювання соціально-економічних процесів
Контактна інформація викладачів	petro.seno@lnu.edu.ua; https://ami.lnu.edu.ua/employee/seno; uliana.himka@lnu.edu.ua; https://ami.lnu.edu.ua/employee/ himka ; bohdan.m.fil@lpnu.ua; https://ami.lnu.edu.ua/employee/fil; Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка, каб. 361. м. Львів, вул. Університетська, 1
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації в день проведення лекцій/ лабораторних занять (за попередньою домовленістю). В іншому випадку можливі он-лайн консультації через Zoom чи MSTeams. Для погодження часу он-лайн консультацій слід писати на електронну пошту викладача або дзвонити
Сторінка курсу	https://ami.lnu.edu.ua/course/prykladne-statystychne-modeliuvannia
Інформація про дисципліну	Курс розроблено таким чином, щоб надати учасникам знання принципів статистичного аналізу (СА), як необхідного інструменту у вигляді програмного забезпечення для інтелектуального аналізу даних, прогнозування, аналізу економічних та соціальних процесів, а також у багатьох інших галузях науки та техніки. Тому у курсі представлено застосування методів статистичного аналізу до моделювання та розігрування випадкових змінних, побудови реалізацій випадкових процесів, побудови та розв'язування математичних моделей явищ при наявності стохастичних і невідомих впливів, задач аналізу впливу факторів, встановлення кореляційних та регресійних залежностей між випадковими змінними та випадковими процесами. Основну частину курсу займає розгляд практичних і теоретичних аспектів статистичного аналізу та його основних програмних реалізацій.
Мета та цілі дисципліни	***Метою*** вивчення вибіркової дисципліни "Прикладне статистичне моделювання" є освоєння студентами теоретичних і практичних основ статистичного моделювання та принципів використання отриманих висновків для розв'язування стохастичних задач шляхом виявлення та аналізу відповідних випадкових величин і випадкових процесів, зв'язків між ними, впливів випадкових факторів; набуття вмінь і навичок використання моделей для соціально-економічного прогнозування і прийняття рішень.

	Завданням вивчення навчальної дисципліни є сформувати у студентів теоретичні знання та практичні навички в області роботи з стохастичними даними; надати студентам уявлення про завдання та цілі статистичного моделювання стохастичних даних; надати студентам уявлення про основні способи розв'язування детермінованих та стохастичних задач на основі статистичного моделювання; надати студентам практичні навички чисельних розрахунків при статистичному моделюванні з використанням комп'ютерних пакетів Mathematica, Maple та Statistica.
Коротка анотація дисципліни	Дисципліна "Прикладне статистичне моделювання" є вибірковою навчальною дисципліною з спеціальності 124 – системний аналіз для освітньої програми "Системний аналіз і управління. Інтелектуальний аналаз даних", яка викладається в 8-му семестрі в обсязі 4 - ох кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Література для вивчення дисципліни	**ЛІТЕРАТУРА** **Основна література** 1.Фетісов В. С. Пакет статистичного аналізу даних STATISTICA : навч. посіб. / В. С. Фетісов//. – Ніжин : НДУ ім. М. Гоголя, 2018. – 114 с. 2. Сеньо П.С. Теорія ймовірностей та математична статистика. / П.С.Сеньо. – Київ, Знання, 2007. – 557 с. 3. Сеньо П.С. Випадкові процеси. / П.С. Сеньо. – Львів., Компакт-ЛВ., 2006. – 283 с. 4. Козаченко Ю.В. Моделювання випадкових процесів та полів: монографія / Ю.В. Козаченко, А.О. Пашко, І.В. Розора – К.: ВПЦ «Задруга». – 2007. – 230 с. *Інтернет сайти*: 5. http://stud.com.ua/9254/ekonomika/ekonomiko-matematichni_metodi_i _ prikladni _modeli - Прикладні економіко-математичні моделі. 6. http://www.uabs.edu.ua/images/stories/docs/K_F/Yepifanov_16.pdf – Сучасні та перспективні методи і моделі управління в економіці. **Додаткова література** 10. Галущак М.П. Прогнозування соціально-економічних процесів: навч. посібник/ М.П. Галущак. –Тернопіль: ТДТУ, 2009. –101 с. 11. Грабовецький Б.Є. Економічне прогнозування і планування: навчальний посібник /Б.Є. Грабовецький. – К.: Центр начальної літератури, 2003. – 188 с. 12. Григорук П.М.Багатомірне економіко-статистичне моделювання: навчальний посібник [для студентів вищих навчальних закладів] / П.М/ Григорук. – Львів:"Новий Світ-2000″, 2006. – 148 с. 13. Єріна А. М. Статистичне моделювання та прогнозування: навч. посібник/ А. М. Єріна. – К.: КНЕУ, 2001. – 170 с. 14. Квєтний Р.Н. Комп'ютерне моделювання систем та процесів /Р.Н. Квєтний, І.В. Богач, О.Р. Бойко, О.Ю. Софина, О.М. Шушура // Частина 2, - Вінниця, ВНТУ, - 2013, - 202 с. 15. Кулявець В.О. Прогнозування соціально-економічних процесів: навч. посібник/ В.О. Кулявець. –К.: Кондор, 2009. –194 с. 16. Моделі і методи соціально-економічного прогнозування: підручник / [Геєць В.М., Клебанова Т.С., Черняк О. та інш]. – Х.: ВД «ІНЖЕК», 2005. – 396 с. *Інтернет сайти*: 17. http://stud.com.ua/9254/ekonomika/ekonomiko-matematichni_metodi_i _

	prikladni _modeli - Прикладні економіко-математичні моделі. 18. http://www.uabs.edu.ua/images/stories/docs/K_F/Yepifanov_16.pdf – ні та перспективні методи і моделі управління в економіці. Монографія. 19. Теоретичні основи кількісних методів моделювання та прогнозування економічних процесів // http://bookss.co.ua/book_medoti-ekonomyko statestichnih-doslidzhen_806/3_1.-teoretichn-osnovi-klksnih-metodv-modelyuvannya-ta-prognozuvannya-ekonomchnih-procesv. 20. Державний комітет статистики України – www. ukrstat. gov.ua
Обсяг курсу	Загальний обсяг: 120 годин. Аудиторних занять: 56 год., з них 28 год. лекцій та 28 години лабораторних робіт. Самостійної роботи: 64 год.
Очікувані результати навчання	Після завершення цього курсу студент буде знати: - Сутність статистичного моделювання та прогнозування, що використовується для опису процесів та явищ; - Основні категорії та поняття притаманних статистичному моделюванню та прогнозуванню, предмет та об'єкт статистичного моделювання і прогнозування; - Сучасні інформаційні технології збору, обробки та поширення даних; - Методи моделювання та розігрування випадкових змінних; - Методи побудови та розв'язування математичних моделей явищ при наявності випадкових і невідомих впливів; - Прямі методи статистичних випробувань розв'язування стохастичних і детермінованих задач; - Методи випадкового пошуку; - Методи аналізу часових рядів; - Методи виявлення та побудови тренду часового ряду; - Методи експертних оцінок, адаптивного прогнозування, побудову та аналіз часових моделей, дослідження видів тенденцій у зміні економічних та соціальних явищ, оцінки загальної тенденції явища, оцінки стохастичних явищ, прогнозної екстраполяції на основі трендових моделей, коливань та сталості динамічних рядів. вміти: - Застосовувати загальні положення статистичного моделювання та - прогнозування; - Моделювати та розігрувати випадкові змінні; - Розв'язувати стохастичні і детерміновані задачі прямими методами статистичних випробувань; - Розв'язувати задачі оптимізації методами випадкового пошуку; - Аналізувати часові ряди; - Будувати тренд часового ряду; - Будувати та розв'язувати математичні моделі стохастичних явищ; - Здійснювати прогнозну екстраполяцію на основі трендових моделей; - Використовувати сучасні комп'ютерні пакети прикладних програм для статистичного моделювання і прогнозування та візуалізації отриманих результатів. **Курс забезпечує** **набуття таких компетентностей:** • **інтегральна компетентність (ІК)** – **ІК,** • **загальні компетентності (ЗК) –**

<table>
<tr><td></td><td>К2, К3, К4, К5, К6, К11,
• спеціальні (фахові, предметні компетентності) (СК) – К17, К26, К27,
та програмних результатів навчання (ПРН) –
• ПР15.</td></tr>
<tr><td>Ключові слова</td><td>Статистичне моделювання, часовий ряд, тренд, прогноз, екстраполяція, стохастичне явище, адаптивне згладжування, регресійна модель.</td></tr>
<tr><td>Формат курсу</td><td>Очний
Проведення лекцій та лабораторних робіт і консультацій.
Ознайомлення з Internet курсами по прикладному статистичному моделюванню.</td></tr>
<tr><td>Теми</td><td>Теми подані у Схемі курсу нижче</td></tr>
<tr><td>Підсумковий контроль, форма</td><td>Залік у кінці семестру
Залік – диференційовний</td></tr>
<tr><td>Пререквізити</td><td>Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з
- Математичного аналізу;
- Алгебри та геометрії;
- Диференціальних рівнянь
- Функціонального аналізу
достатніх для сприйняття категоріального апарату статистичного моделювання.</td></tr>
<tr><td>Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу</td><td>Презентації, лекції
Індивідуальні завдання
Групові проекти, менторство</td></tr>
<tr><td>Необхідне обладнання</td><td>Комп’ютер із програмним забезпеченням пакетів Mathematica та Maple, Internet доступ до обчислювального кластера, проектор, сканер, обладнання спеціалізованої лабораторії математичного та комп’ютерного моделювання (офіс 365). Для організації відеоконференцій використовується програма Zoom (безкоштовна ліцензія Zoom Meetings Education) і MS Teams (ліцензія Microsoft 365 A5)</td></tr>
<tr><td>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</td><td>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою.
<table>
<tr><th colspan="2">Оцінка за шкалою ECTS</th><th>Оцінка в балах</th><th colspan="2">Оцінка за національною шкалою</th></tr>
<tr><td>A</td><td>Відмінно</td><td>90-100</td><td>Відмінно</td><td>5</td></tr>
<tr><td>B</td><td>Дуже добре</td><td>81-89</td><td rowspan="2">Добре</td><td rowspan="2">4</td></tr>
<tr><td>C</td><td>Добре</td><td>71-80</td></tr>
<tr><td>D</td><td>Задовільно</td><td>61-70</td><td rowspan="2">Задовільно</td><td rowspan="2">3</td></tr>
<tr><td>E</td><td>Достатньо</td><td>0-50</td></tr>
<tr><td>F (FX)</td><td>Незадовільно</td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
• Бали нараховуються за наступним співвідношенням:
– індивідуальні завдання : 50% семестрової оцінки, максимальна кількість балів 50, всіх індивідуальних завдань 4,
максимальна кількість балів:
за перше індивідуальне завдання – 15 балів,
за друге індивідуальне завдання – 10 балів,</td></tr>
</table>

за третє індивідуальне завдання – 10 балів,

за четверте індивідуальне завдання – 15 балів;

– залік: 50% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 50.

Підсумкова максимальна кількість балів 100.

• Індивідуальні завдання

Кожен(на) студент(а) отримує окреме (персональне) завдання, для розв'язування якого потрібно використати один чи декілька із розглянутих на лекціях алгоритмів. Кожне індивідуальне завдання відповідає блоку питань, відображених у Схемі курсу.

Алгоритми необхідно запрограмувати на мові високого рівня, відлагодити програми і отримати результати тестових прикладів.

Різна максимальна кількість балів при оцінюванні індивідуальних завдань породжена різною складністю алгоритмів і, відповідно, різним обсягом зусиль та часу необхідних для розв'язання поставлених задач.

• Критерії оцінювання індивідуальних завдань

Максимальна кількість балів		**Критерій оцінювання**
Завдання 2, 3 10 балів	**Завдання 1, 4 15 балів**	
10 - 9	15 - 13	Студент(ка) повністю виконав(ла) умови завдання без використання відповідних комп'ютерних пакетів, алгоритми реалізовано правильно, відповідає на всі запитання, пов'язані з тематикою завдання, проводить чіткий аналіз та порівняння отриманих результатів.
8 - 7	12 - 10	Студент(ка) повністю виконав(ла) умови завдання без використання відповідних комп'ютерних пакетів, алгоритми, які пов'язані з тематикою завдання, реалізовано правильно, на деякі запитання, відповідає з незначними неточностями, проводить аналіз отриманих результатів з незначними неточностями.
6 - 5	9 - 7	Студент(ка) виконав(ла) завдання лише з використанням відповідних комп'ютерних пакетів з незначними помилками, але самостійно їх виправляє, якщо на них вкаже викладач, на деякі запитання, пов'язані з тематикою завдання, відповідає з неточностями, проводить аналіз отриманих результатів з неточностями.
4 - 3	6 - 4	Студент(ка) виконав(ла) завдання частково і лише з використанням відповідних комп'ютерних пакетів, алгоритм реалізовано з помилками, які частково може виправити, якщо на них вкаже викладач, на запитання відповідає з помилками, проводить аналіз отриманих результатів з помилками.

2 - 1	3 - 1	Студент(ка) виконав(ла) завдання частково, або з грубими помилками, які самостійно не може виправити, переважно не відповідає на запитання.
0	0	Студент(ка) не виконав(ла) завдання.

Для кожного завдання встановлено терміни здачі. Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються меншою кількістю балів. Запізнення до 7 днів зменшує максимальну кількість балів на 25%, від 8 до 14 днів – на 50 %, від 15 до 21 днів – на 75 %, більше 21 днів – на 90%.

• В кінці семестру – залік: форма заліку – усне опитування. Максимальна кількість балів 50. На заліку студенту пропонується відповісти на 3 питання, відповідь на кожне з яких оцінюється максимально 15 балами (за 1 та 2 питання), або 20 балами (за 3 питання), якщо відповідь правильна, чи 0 балів, якщо відповідь неправильна. На виконання завдань виділяється 20 хвилин.

Підсумкова максимальна кількість балів 100.

Письмові роботи: Очікується, що студенти виконають одну письмову роботу (тест з теоретичних завдань) і подадуть письмові звіти про виконання індивідуальних завдань.

Академічна доброчесність: Очікується, що роботи студентів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі студента є підставою для її незарахуванння викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.

Відвідання занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції та лабораторні 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 запізнень 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 доброчесності не толеруються.

Питання до заліку	1. Суть прикладного статистичного моделювання. 2. Ранжування. 3. Моделювання та розігрування випадкових змінних. 4. Суть методів статистичних випробувань. 5. Обгрунтування методів статистичних випробувань. 6. Розрахунок систем масового обслуговування методами статистичних

	випробувань. 7. Розрахунок надійності та якості виробів методами статистичних випробувань. 8. Обчислення визначених інтервалів методами статистичних випробувань. 9. Суть методів випадкового пошуку. 10. Випадковий пошук з лінійною та нелінійною тактикою. 11. Випадковий пошук з парними спробами. 12. Випадковий пошук із стохастичною оцінкою градієнта. 13. Адаптація кроку алгоритмів випадкового пошуку. 14. Адаптація розподілу в алгоритмах випадкового пошуку. 15. Враховування наявних обмежень при реалізації алгоритмів випадкового пошуку. 16. Випадковий пошук зі згладжуваннями. 17. Випадковий пошук з направляючим конусом. 18. Часові ряди. Тренд. 19. Методи виявлення тренду часового ряду. 20. Побудова тренду методом найменших квадратів. 21. Згладжування часового ряду методом ковзного середнього (без вагових коефіцієнтів та з ними). 22. Згладжування часового ряду методом експонентного середнього. 23. Моделі адаптивного згладжування. 24. Моделювання сезонних коливань. 25. Інтегровна модель авторегресії і ковзного середнього.
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

Схема курсу

Ти ж.	**Тема, план, короткі тези**	**Форма діяльності (заняття)**	**Література. Ресурси в інтернеті**	**Завдання, год.**	**Термін виконання**
1	**Тема 1. Суть прикладного статистичного моделювання. Ранжування** (Моделювання. Статистичне моделювання. Прикладне статистичне моделювання. Ранжування. Ранжування даних. Ранжування процесів побудови моделей. Експертні системи прогнозування. Метод Дельфі. Метод Зонд. Метод сценаріїв. Інтелектуальний аналіз даних).	Лекція, самостійна робота.	[1-4, 10-12, 19]	2 2	1 тиждень
	Тема 1. Суть прикладного статистичного моделювання. Ранжирування (Моделювання. Статистичне моделювання. Прикладне статистичне моделювання. Ранжування. Ранжування даних. Ранжування процесів побудови моделей. Експертні системи	лабораторна, самостійна робота.	[1-4, 10-12, 19]	2 2	1 тиждень

	прогнозування. Метод Дельфі. Метод Зонд. Метод сценаріїв. Інтелектуальний аналіз даних).				
2	**Тема 2. Моделювання та розігрування випадкових змінних** (Таблиці випадкових чисел. Табличний датчик випадкових чисел. Генератор псевдовипадкових чисел. Алгоритм фон Неймана. Генератор випадкових чисел. Розігрування випадкової змінної. Моделювання випадкової змінної. Алгоритм моделювання дискретної випадкової змінної. Алгоритм моделювання абсолютно неперервної випадкової змінної).	Лекція, самостійна робота.	[1, 2, 4, 5, 6, 8, 11, 18, 19]	2 2	1 тиждень
	Тема 2. Моделювання та розігрування випадкових змінних Таблиці випадкових чисел. Табличний датчик випадкових чисел. Генератор псевдовипадкових чисел. Алгоритм фон Неймана. Генератор випадкових чисел. Розігрування випадкової змінної. Моделювання випадкової змінної. Алгоритм моделювання дискретної випадкової змінної. Алгоритм моделювання абсолютно неперервної випадкової змінної).	лабораторна, самостійна робота.	[1, 2, 4, 5, 6, 8, 11, 18, 19]	Індивідуальне завдання №1 2 4	1 тиждень
3	**Тема 3. Суть методів статистичних випробувань. Обгрунтування методів статистичних випробувань** (Геометрична інтерпретація методів статистичних випробувань. Необхідні відомості з теорії ймовірностей. Загальний алгоритм методів статистичних випробувань. Похибка методів статистичних випробувань).	Лекція, самостійна робота	[1, 7, 18]	2 2	1 тиждень
	Тема 3. Суть методів статистичних випробувань. Обгрунтування методів статистичних випробувань (Геометрична інтерпретація методів статистичних випробувань. Необхідні відомості	лабораторна, самостійна робота	[1, 7, 18]	2 2	1 тиждень

	з теорії ймовірностей. Загальний алгоритм методів статистичних випробувань. Похибка методів статистичних випробувань).				
4	**Тема 4. Прямі методи статистичних випробувань розв'язування стохастичних і детермінованих задач** (Розрахунок надійності виробів методом статистичних випробувань. Розрахунок якості виробів методом статистичних випробувань. Розрахунок систем масового обслуговування методами статистичних випробувань. Обчислення визначених інтегралів методом статистичних випробувань).	Лекція, самостійна робота	[1, 2, 7, 12]	2 2	1 тиждень
	Тема 4. Прямі методи статистичних випробувань розв'язування стохастичних і детермінованих задач (Розрахунок надійності виробів методом статистичних випробувань. Розрахунок якості виробів методом статистичних випробувань. Розрахунок систем масового обслуговування методами статистичних випробувань. Обчислення визначених інтегралів методом статистичних випробувань).	лабораторна, самостійна робота	[1, 2, 7, 12]	Індивідуальне завдання №2 2 4	1 тиждень
5	**Тема 5. Розв'язування задач оптимізації методами випадкового пошуку** (Випадковий пошук з парними спробами. Випадковий пошук з лінійною тактикою. Випадковий пошук з нелінійною тактикою. Випадковий пошук із стохастичною оцінкою градієнта).	Лекція, самостійна робота	[1, 2, 7, 12]	2 2	1 тиждень
	Тема 5. Розв'язування задач оптимізації методами випадкового пошуку (Випадковий пошук з парними спробами. Випадковий пошук з лінійною тактикою. Випадковий пошук з нелінійною тактикою. Випадковий пошук із стохастичною оцінкою градієнта).	лабораторна, самостійна робота	[1, 2, 7, 12]	2 2	1 тиждень

6	**Тема 6. Адаптація алгоритмів випадкового пошуку** (Врахування обмежень при випадковому пошуку. Адаптація кроку методу. Адаптація закону розподілу ймовірностей випадкового напрямку методу).	Лекція, самостійна робота	[1, 2, 7, 12]	2 2	1 тиждень
	Тема 6. Адаптація алгоритмів випадкового пошуку (Врахування обмежень при випадковому пошуку. Адаптація кроку методу. Адаптація закону розподілу ймовірностей випадкового напрямку методу).	лабораторна, самостійна робота	[1, 2, 7, 12]	2 2	1 тиждень
7	**Тема 7. Методи випадкового пошуку глобальних екстремумів** (Специфіка методів пошуку глобальних екстремумів. Випадковий пошук глобального мінімуму із згладжуванням. Випадковий пошук глобального мінімуму із направляючим конусом).	Лекція, самостійна робота.	[1, 2, 7, 12]	2 2	1 тиждень
	Тема 7. Методи випадкового пошуку глобальних екстремумів (Специфіка методів пошуку глобальних екстремумів. Випадковий пошук глобального мінімуму із згладжуванням. Випадковий пошук глобального мінімуму із направляючим конусом).	лабораторна, самостійна робота.	[1, 2, 7, 12]	Індивідуальне завдання №3 2 4	1 тиждень
8	**Тема 8. Часові ряди. Методи виявлення тренду часового ряду** (Часовий ряд. Тренд часового ряду. Аналіз часових рядів. Перевірка гіпотези про існування тренду методами математичної статистики. Метод Ф. Фостера та А. Стюарта).	Лекція, самостійна робота	[1, 2, 6, 7, 12, 17-20]	2 2	1 тиждень
	Тема 8. Часові ряди. Методи виявлення тренду часового ряду (Часовий ряд. Тренд часового ряду. Аналіз часових рядів. Перевірка гіпотези про існування тренду методами математичної статистики. Метод Ф. Фостера та А. Стюарта).	лабораторна, самостійна робота	[1, 2, 6, 7, 12, 17-20]	2 2	1 тиждень
9	**Тема 9. Усунення випадкових збурень часового ряду методами згладжувань** (Згладжування часового ряду методом ковзного	Лекція, самостійна робота	[1, 7, 11,12, 14, 18]	2 2	1 тиждень

	середнього (без вагових коефіцієнтів та з ними). Згладжування часового ряду методом експонентного середнього).				
	Тема 9. Усунення випадкових збурень часового ряду методами згладжувань (Згладжування часового ряду методом ковзного середнього (без вагових коефіцієнтів та з ними). Згладжування часового ряду методом експонентного середнього).	лабораторна, самостійна робота	[1, 7, 11,12, 14, 18]	2 2	1 тиждень
10	**Тема 10. Знаходження тренду часового ряду** (Геометричне визначення тренду часового ряду. Знаходження тренду часового ряду методом найменших квадратів. Знаходження степеня многочлена тренду методом послідовних різниць. Аналітичне вирівнювання тренду).	Лекція, самостійна робота	[1, 7, 11,12, 14, 18]	2 2	1 тиждень
	Тема 10. Знаходження тренду часового ряду (Геометричне визначення тренду часового ряду. Знаходження тренду часового ряду методом найменших квадратів. Знаходження степеня многочлена тренду методом послідовних різниць. Аналітичне вирівнювання тренду).	лабораторна, самостійна робота	[1, 7, 11,12, 14, 18]	Індивідуальне завдання №4 2 4	1 тиждень
11	**Тема 11. Побудова прямих і кривих регресії** (Функціональні і стохастичні зв'язки. Регресія. Прямі регресії. Криві регресії. Побудова прями і кривих регресії методом найменших квадратів. Побудова кривих регресії на основі лінійного співвідношення між перетвореними змінними).	Лекція, самостійна робота	[1, 5, 6, 7, 17]	2 2	1 тиждень
	Тема 11. Побудова прямих і кривих регресії (Функціональні і стохастичні зв'язки. Регресія. Прямі регресії. Криві регресії. Побудова прями і кривих регресії методом найменших квадратів. Побудова кривих регресії на основі лінійного співвідношення між перетвореними змінними).	лабораторна, самостійна робота	[1, 5, 6, 7, 17]	2 2	1 тиждень
12	**Тема 12. Моделі адаптивного згладжування і прогнозування** (Особливості методів	Лекція, самостійна робота	[1, 8 - 16, 18]	2 2	1 тиждень

	короткострокового прогнозування. Прогнозування за допомогою ковзного середнього та експонентного середнього. Метод Брауна. Метод Холта).				
	Тема 12. Моделі адаптивного згладжування і прогнозування (Особливості методів короткострокового прогнозування. Прогнозування за допомогою ковзного середнього та експонентного середнього. Метод Брауна. Метод Холта).	лабораторна, самостійна робота	[1, 8 - 16, 18]	2 2	1 тиждень
13	**Тема 13. Моделювання і прогнозування сезонних коливань** (Сезонні коливання часового ряду. Метод Холта-Уінтерса. Метод згладжування помилок (метод Трігга), Метод Трігга-Ліча. Метод Чоу).	Лекція, самостійна робота	[1, 8 - 16]	2 2	1 тиждень
	Тема 13. Моделювання і прогнозування сезонних коливань (Сезонні коливання часового ряду. Метод Холта-Уінтерса. Метод згладжування помилок (метод Трігга), Метод Трігга-Ліча. Метод Чоу).	лабораторна, самостійна робота	[1, 8 - 16]	2 2	1 тиждень
14	**Тема 14. Прогнозування часових рядів за допомогою моделей авторегресії і ковзного середнього** (Моделі авторегресії. Моделі ковзного середнього. Моделі авторегресії і ковзного середнього. Прогнозування за допомогою моделей авторегресії і ковзного середнього).	Лекція, самостійна робота	[1, 8 - 16]	2 2	1 тиждень
	Тема 14. Прогнозування часових рядів за допомогою моделей авторегресії і ковзного середнього (Моделі авторегресії. Моделі ковзного середнього. Моделі авторегресії і ковзного середнього. Прогнозування за допомогою моделей авторегресії і ковзного середнього).	лабораторна, самостійна робота	[1, 8 - 16]	2 2	1 тиждень