

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Львівський національний університет імені Івана Франка**  
**Факультет прикладної математики та інформатики**  
**Кафедра теорії оптимальних процесів**

**Затверджено**

На засіданні  
кафедри теорії оптимальних процесів  
факультету прикладної математики та  
інформатики  
Львівського національного університету  
імені Івана Франка

(протокол № 1 від 28.08. 2024 р.)



Завідувач кафедри Шахно С.М.

**Силабус з навчальної дисципліни**  
**“Прогнозування динамічних процесів”,**  
**що викладається в межах ОНП Системний аналіз**  
**другого (магістерського) рівня вищої освіти для здобувачів з**  
**спеціальності 124 – системний аналіз**

Львів 2024 р.

<b>Назва дисципліни</b>	Прогнозування динамічних процесів
<b>Адреса викладання дисципліни</b>	Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка м. Львів, вул. Університетська 1
<b>Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна</b>	Факультет прикладної математики та інформатики Кафедра теорії оптимальних процесів
<b>Галузь знань, шифр та назва спеціальності</b>	12 – інформаційні технології 124 – системний аналіз
<b>Викладачі дисципліни</b>	Чабанюк Ярослав Михайлович, професор кафедри теорії оптимальних процесів Недашковський Микола Олександрович, професор кафедри теорії оптимальних процесів
<b>Контактна інформація викладачів</b>	<a href="mailto:yaroslav.chabanyuk@lnu.edu.ua">yaroslav.chabanyuk@lnu.edu.ua</a> ; <a href="https://ami.lnu.edu.ua/employee/chabanyukmykola.nedashkovskyy@lnu.edu.ua">https://ami.lnu.edu.ua/employee/chabanyukmykola.nedashkovskyy@lnu.edu.ua</a> <a href="https://ami.lnu.edu.ua/employee/nedashkovskyy-mykola-oleksandrovych">https://ami.lnu.edu.ua/employee/nedashkovskyy-mykola-oleksandrovych</a> Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка, каб. 269. м. Львів, вул. Університетська, 1
<b>Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються</b>	Консультації в день проведення практичних занять (за попередньою домовленістю). Також можливі он-лайн консультації у Zoom, Microsoft Teams. Для погодження часу онлайн консультацій слід писати на електронну пошту викладача або дзвонити.
<b>Сторінка курсу</b>	<a href="https://ami.lnu.edu.ua/course/dv1-top-prohnozuvannia-dynamichnykh-protsesiv">https://ami.lnu.edu.ua/course/dv1-top-prohnozuvannia-dynamichnykh-protsesiv</a>
<b>Інформація про дисципліну</b>	Дисципліна “Прогнозування динамічних процесів” є вибірковою дисципліною з спеціальності що викладається в межах ОНП Системний аналіз другого (магістерського) рівня вищої освіти для здобувачів з спеціальності 124 – системний аналіз, яка викладається в 1-му семестрі в обсязі 5-ох кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
<b>Коротка анотація дисципліни</b>	Курс розроблено таким чином, щоб надати учасникам знання базового уявлення, первинних знань, вмінь та навичок з прогнозування динамічних процесів(ПДП) як наукової та прикладної дисципліни. Виробити навички математичного дослідження, дати необхідні знання з методології оцінки надійності технічних систем та вміння застосовувати та прогнозувати динамічні процеси до розв’язку задач планування
<b>Мета та цілі дисципліни</b>	Метою вивчення нормативної дисципліни “Прогнозування динамічних процесів” є освоєння студентами теоретичних і практичних основ ПДП та принципів застосування при створенні програмного забезпечення. <b>Цілі:</b> ПДП дає можливість студентам оволодіти основними методами розв’язування задач прогнозування та застосування часових рядів, обирати метод обчислення характеристик динамічних процесів в умовах моделювання та відповідно до отриманих статистичних даних та здійснити практичну реалізацію деяких з них на модельних задачах.
<b>Література для вивчення дисципліни</b>	<b>Базова</b> 1. Лавренюк С.П. Математичні основи мікроекономіки. Теорія споживання. Львів. В-во ЛНУ 2000. 2. Невельсон М.Б., Хасьминский Р.З. Стохастична апроксимація та рекурентне оцінювання. К. 1972. 304 С. 3. Волошин О.Ф.. Моделі та методи прийняття рішень : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / О. Ф. Волошин, С. О. Мащенко. – 2-

	<p>гевид.,перероб. та допов. – К. : Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2010. – 336 с.</p> <p style="text-align: center;"><b>Допоміжна</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Білушак Г.І., Чабанюк Я.М. Теорія ймовірностей та математична статистика. Практикум. Навчальний посібник для студентів втузів. 2-е, :Львів:В-во"Край", 2002.-542с.(тир.-300)</li> <li>2. Білушак Г.І., Чабанюк Я.М. Теорія ймовірностей та математична статистика. Конспект Лекцій. Навчальний посібник для студентів вищих закладів освіти. 1-е, :Львів:В-во"Львівський ЦНТЕІ ",2002.-569с. (тир.-300).</li> </ol>
<b>Обсяг курсу</b>	Загальний обсяг: 150 годин. Аудиторних занять: 48 год., з них 32 год. лекцій та 16 години лабораторних робіт. Самостійної роботи: 102 год.
<b>Очікувані результати навчання</b>	<p>Навчити студентів: використовувати математичні методи прогнозування динамічних процесів; виконувати усі етапи системного дослідження; класифікувати типові задачі прийняття рішень в умовах конфлікту; будувати відповідні математичні моделі прогнозування динамічних процесів; обирати метод розв'язування задачі прогнозування динамічних процесів відповідно до її типу; аналізувати отримані результати.</p> <p><b>Курс забезпечує набуття таких компетентностей та програмних результатів навчання:</b></p> <p><b>Загальні компетентності:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ЗК01. Здатність учитися і оволодівати сучасними знаннями.</li> <li>- ЗК02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.</li> <li>- ЗК03. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).</li> <li>- ЗК06. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.</li> <li>- ЗК07. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.</li> <li>- ЗК08. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.</li> </ul> <p><b>Спеціальні компетентності:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ФК01. Здатність використовувати й адаптувати математичні теорії, методи та прийоми для доведення математичних тверджень і теорем.</li> <li>- ФК02. Здатність виконувати завдання, сформульовані у математичній формі.</li> <li>- ФК14. Здатність сформулювати математичну постановку задачі, спираючись на постановку мовою предметної галузі, та обирати метод її розв'язання, що забезпечує потрібні точність і надійність результату.</li> </ul> <p><b>Програмні результати навчання:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- РН01. Демонструвати знання й розуміння основних концепцій, принципів, теорій прикладної математики і використовувати їх на практиці.</li> <li>- РН02. Володіти основними положеннями та методами математичного, комплексного та функціонального аналізу, лінійної алгебри та теорії чисел, аналітичної геометрії, теорії диференціальних рівнянь, зокрема рівнянь у частинних похідних, теорії ймовірностей, математичної статистики та випадкових процесів, чисельними методами.</li> <li>- РН03. Формалізувати задачі, сформульовані мовою певної предметної галузі; формулювати їх математичну постановку та обирати раціональний метод вирішення; розв'язувати отримані задачі аналітичними та чисельними методами, оцінювати точність та достовірність отриманих результатів.</li> </ul>

	- РН04. Виконувати математичний опис, аналіз та синтез дискретних об'єктів та систем, використовуючи поняття й методи дискретної математики та теорії алгоритмів.				
<b>Ключові слова</b>	Аналіз числових рядів, сутність і види статистичних прогнозів, комп'ютерні технології статистичного моделювання, випадкові процеси, точкові оцінки, експертні оцінки, модель ARIMA.				
<b>Формат курсу</b>	Очний				
<b>Теми</b>	<p>1. Динамічні процеси. Класифікація. Задачі прогнозування. Характеристики динамічних випадкових процесів. Експериментальне визначення характеристик ДП. Вступ. Історичний огляд. Постановка задачі. Класифікація. Задачі прогнозування. Характеристики динамічних випадкових процесів. Експериментальне визначення характеристик ДП.</p> <p>2. Аналіз числових рядів. Приклади. Гранична теорема для середнього значення стохастичного динамічного процесу. Аналіз ДП методом генератрис.</p> <p>3. Сутність і види статистичних прогнозів. Експертні оцінки. Комп'ютерні технології статистичного моделювання. Розвідувальний аналіз даних. Багатовимірне ранжування. Однорідність і топологія. Кластерні процедури класифікації. Класифікація на основі дискримінантної функції..</p> <p>4. Короткострокове прогнозування на основі ковзних середніх. Оцінювання сезонної компоненти.</p> <p>5. Модель ARIMA. Моделювання повних циклі для прогнозування процесів. Типи моделей взаємоз'язку. Багатофакторні індексні моделі. Забезпечення адекватності регресійної моделі. Моделювання процесів біологічних систем. Модель Марчука.</p>				
<b>Підсумковий контроль, форма</b>	Залік				
<b>Пререквізити</b>	<p>Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Математичного аналізу;</li> <li>- Диференціальних рівнянь;</li> <li>- Дискретної математики;</li> <li>- Теорії міри</li> </ul> <p>достатніх для сприйняття категоріального апарату методів та теорії прийняття рішень.</p>				
<b>Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу</b>	Презентації, лекції. Індивідуальні завдання.				
<b>Необхідне обладнання</b>	Комп'ютер із стандартним програмним забезпеченням, Internet доступ.				
<b>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</b>	Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою кожного семестру.				
	Оцінка ЄКТС	Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою		
			Екзамен, диференційований залік		Залік
	A	90-100	5	відмінно	зараховано

B	81-89	4	дуже добре	
C	71-80		добре	
D	61-70	3	задовільно	
E	51-60		достатньо	
FX	21-50	2	незадовільно	не зараховано
F	0-20	2	незадовільно (без права перездачі)	не зараховано (без права перездачі)

**Поточне оцінювання:** впродовж семестру студент може отримати 100 балів. З них:

- **за роботу на лабораторних заняттях:** максимальна кількість – **50** балів (завдання №1-5 – по 10б). Для кожного завдання встановлено терміни здачі. Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку (кожне практичне заняття на 1-2б. менше);

**Підсумкове оцінювання** проводиться у вигляді письмового колоквіуму (50 балів: 5 теоретичні/практичні завдання по 10б.).

Підсумкова максимальна кількість балів 100 за семестр.

**Критерії оцінювання завдань №1-5:**

**10 балів** – студент повністю розкрив тему доповіді, схема доповіді логічна, впевнено відповідає на всі запитання, які пов'язані з тематикою доповіді та демонструє глибокі знання;

**6-9 бали** – студент повністю розкрив тему доповіді з незначними неточностями, схема доповіді логічна, відповідає на більшість запитань, які пов'язані з тематикою доповіді;

**1-5 бали** – студент в основному розкрив тему доповіді з незначними неточностями, демонструє слабкі знання, відповідає лише на окремі запитання, які пов'язані з тематикою доповіді;

**0 балів** – студент не підготував доповіді або тему доповіді не розкрито і під час захисту студент не може відповісти на жодне запитання за тематикою доповіді.

**Критерії оцінювання тестових завдань (залік, при проведенні в вигляді тестів):**

**1 бал:** відповідь на завдання правильна;

**0 балів:** відповідь на завдання неправильна.

**Критерії оцінювання теоретичних/практичних завдань (колоквіум):**

Колоквіум (50балів)	Критерії оцінювання
<b>50 балів</b>	студент правильно виконав практичне завдання;

	вільно володіє навчальним матеріалом, чітко розкриває зміст теоретичних питань;
<b>40-49 балів</b>	студент виконав завдання з незначними помилками (на кінцевому етапі), але алгоритм розв'язування знає і вміє його застосовувати; добре володіє навчальним матеріалом, розкриває повністю зміст теоретичних питань з незначними неточностями;
<b>30-39 балів</b>	студент виконав завдання з помилками, алгоритм виконання, в основному, знає; володіє навчальним матеріалом на достатньому рівні, розкриває зміст теоретичних питань невичерпно та з неточностями, виникають труднощі під час аналізу матеріалу;
<b>10-29 бали</b>	студент виконав лише частину завдання або повністю, але зі помилками; частково знає теоретичний матеріал (основні поняття, твердження, нескладні алгоритми), розкриває зміст питань зі помилками;
<b>1-9 бали</b>	студент виконав лише частину завдання або повністю, але зі значними помилками; частково знає теоретичний матеріал (основні поняття, твердження, нескладні алгоритми), розкриває зміст питань зі значними помилками;
<b>0 балів</b>	студент не володіє навчальним матеріалом і не виконав завдання.

**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 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 доброчесності не толеруються.

<b>Опитування</b>	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.
-------------------	--

### Схема курсу “Прогнозування динамічних процесів”

Тиждень	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності (заняття)	Література. Ресурси в інтернеті	Завдання, год.	Термін виконання
1-2	6. <b>Тема 1.</b> Динамічні процеси. Класифікація. Задачі прогнозування. Характеристики динамічних випадкових процесів. Експериментальне визначення характеристик ДП. Вступ. Історичний огляд. Постановка задачі. Класифікація. Задачі прогнозування. Характеристики динамічних випадкових процесів. Експериментальне визначення характеристик ДП.	лекція (4 год.)	[1,3]	Опрацювання лекційного матеріалу (4год.)	2 тиж.
1-4	<b>Тема 1.</b> Часові ряди	лабораторне (4 год.)	[1,2]	Опрацювання лекційного матеріалу. Завдання 1 з ГРР (4год.)	4 тиж.
3-5	<b>Тема 2.</b> Аналіз числових рядів. Приклади. Гранична теорема для середнього значення стохастичного динамічного процесу. Аналіз ДП методом генератрис.	лекція (6 год.)	[1,2,3]	Опрацювання лекційного матеріалу (6 год.)	3 тиж.
5-8	<b>Тема 2.</b> Прогнозування часових рядів за допомогою ARIMA в Python.	лабораторне (4 год.)	[1,2,3]	Лаб. 2. (4 год.)	4 тиждень
6-7	<b>Тема 3.</b> Сутність і види статистичних прогнозів. Експертні оцінки. Комп’ютерні технології статистичного моделювання. Розвідувальний аналіз даних. Багатовимірне ранжування. Однорідність і топологія. Кластерні процедури класифікації. Класифікація на основі дискримінантної функції.	лекція (6 год.)	[2,3]	Опрацювання лекційного матеріалу (6 год.)	3 тиждень

<b>9-11</b>	<b>Тема 3.</b> Clustergram: візуалізація кластерного аналізу на Python.	лабораторне (4 год.)	[1,4]	Лаб.3 (4 год.)	4 тиждень
<b>8-10</b>	<b>Тема 4.</b> Короткострокове прогнозування на основі ковзних середніх. Оцінювання сезонної компоненти.	лекція (6 год.)	[1,4]	Опрацювання лекційного матеріалу (6 год.)	3 тиждень
<b>11-12</b>	<b>Тема 5.</b> Модель ARIMA. Моделювання повних циклі для прогнозування процесів. Типи моделей взаємоз'язку. Багатофакторні індексні моделі. Забезпечення адекватності регресійної моделі.	лекція (4 год.)	[1,4]	Опрацювання лекційного матеріалу (6 год.)	3 тижні
<b>6-7</b>	<b>Тема 5.</b> Числові характеристики випадкових величин. 4 г	лабораторне (2 год.)	[1-4]	Завдання 4 з ГРР (4 год.)	4 тижні
<b>12-16</b>	<b>Тема 6.</b> Моделювання процесів біологічних систем. Модель Марчука.	лекція (6 год.)	[1-4]	Опрацювання лекційного матеріалу (4год.)	3 тижні
	<b>Тема 4.</b> Розвідувальний аналіз даних Python і Pandas	лабораторне (2 год.)	[1,4]	Лаб. 4.	4 тиждень