

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 № 11 від
22.06. 2021 р.)



Завідувач кафедри Бугрій О.М.

Силабус з навчальної дисципліни
“Моделі природничих процесів з пам'яттю”,
що викладається в межах ОПП математика та статистика
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для
здобувачів з спеціальності 111 – математика

Львів 2021 р.

Назва дисципліни	Моделі природничих процесів з пам'яттю
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 111 – математика
Викладачі дисципліни	Лопушанська Г.П., професор кафедри математичної статистики і диференціальних рівнянь
Контактна інформація викладачів	halvna.lopushanska@lnu.edu.ua; http://new.mmf.lnu.edu.ua/department/msde ; http://new.mmf.lnu.edu.ua/employee/lopushanska_h_p ; Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка, каб. 278. м. Львів, вул. Університетська, 1
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації в день проведення лекцій/практичних занять (за попередньою домовленістю).
Сторінка курсу	
Інформація про дисципліну	Курс розроблено таким чином, щоб надати учасникам знання з основ динамічного моделювання і методів дослідження задач із пам'яттю
Коротка анотація дисципліни	Дисципліна “Моделі природничих процесів з пам'яттю” є нормативною дисципліною зі спеціальності 111 – математика для освітньої програми Математика, яка викладається в 5-му семестрі в обсязі 2-ох кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Мета та цілі дисципліни	Математичні моделі природознавства, економіки не завжди описуються за допомогою регулярних функцій, і не завжди за допомогою диференціальних рівнянь з похідними цілих порядків. Часто є важливими враховувати стани досліджуваних процесів у попередні періоди часу чи в сильно неоднорідних середовищах. При розв'язуванні таких задач треба вміти працювати з узагальненими розв'язками, з похідними дробових порядків. Мета курсу полягає у вивченні основ динамічного моделювання, методів дослідження задач для рівнянь у згортках, із дробовими похідними і застосуванні до конкретних задач природознавства.
Література для вивчення дисципліни	1. Владимиров В.С. Уравнения математической физики / В.С. Владимиров -- М.: Наука, 1981. -- 512 с. 2. Колмогоров А.Н. и Фомин С.В. Элементы теории функций и функционального анализа. -- М.: Наука, 1976. 3. Денисов А. М. Введение в теорию обратных задач. – Москва: Изд-во МГУ, 1994. – 207 с. 4. Задачин В.М. Чисельні методи / Задачин В.М., Конюшенко І.Г. – Харків: Вид-во ХНЕУім. С. Кузнеця, 2014. – 180 с.

	<p>5. Лопушанська Г.П. Перетворення Фур'є та Лапласа: узагальнення, застосування. Навч.-метод. посіник / Г.П. Лопушанська, А.О. Лопушанський, О.М. М'яус - Вид-во Львів. ун-ту, 2014 -- 153 с.</p> <p>6. Федак І.В., Гой Т.П. Лінійні інтегральні рівняння. Навч. Посібник. -- Івано-Франківськ: Голіней, 2011.--152с.</p> <p>7. Фильштинський Л. А., Мукомел Т. В., Кірічок Т. А. Одновимірна початково-крайова задача для дробово-диференціального рівняння теплопровідності // Вісн. Запоріз. нац. ун-ту. Фіз.-мат. науки. – 2010. – № 1. – С. 113–118.</p> <p>8. Mainardi F. The fundamental solutions for the fractional diffusion-wave equation // Appl. Math. Lett. – 1996. – 9, 6. – P. 23-28</p> <p>9. Povstenko Y. Linear fractional diffusion-wave equation for scientists and engineers. – New-York, Birkhauser, 2015. – 460 p. ISBN: 978-3-319-17953-7.</p> <p>10. Tomas Kisela. Fraction differential equations and their applications.—Brno, 2008.- 71 p.</p>
Обсяг курсу	Загальний обсяг: 120 годин. Аудиторних занять: 64 год., з них 32 год. лекцій та 32 години практичних робіт. Самостійної роботи: 56 год.
Очікувані результати навчання	Після завершення цього курсу студент буде : Знати: --основні методи динамічного моделювання; --основні методи дослідження і розв'язання задач для рівнянь із дробовими похідними у просторах регулярних і узагальнених функцій Вміти: --виконувати основні дії з похідними дробових порядків; --розв'язувати диференціальні рівняння з дробовими похідними та задачі для них у просторі регулярних і узагальнених функцій.
Ключові слова	Похідна дробового порядку, узагальнена функція, задача Коші, узагальнений розв'язок, згортка, наближений розв'язок
Формат курсу	Очний, дистанційний Проведення лекцій, практичних занять і консультацій.
Теми	<p>Тема 1. Динамічне моделювання.</p> <p>Тема 2. Основні дії над узагальненими функціями (повторення).</p> <p>Тема 3. Згортка звичайних та узагальнених функцій. Рівняння у згортках.</p> <p>Тема 4. Похідна Рімана-Ліувіля дробового порядку.</p> <p>Тема 5. Регуляризована дробова похідна.</p> <p>Тема 6. Рівняння зі звичайною дробовою похідною.</p> <p>Тема 7. Задачі для систем рівнянь зі звичайними дробовими похідними.</p> <p>Тема 8. Виведення рівняння дифузії з дробовою похідною.</p> <p>Тема 9. Розв'язування крайових задач для рівняння дифузії з дробовою похідною методом рядів Фур'є.</p> <p>Тема 10. Перетворення Фур'є і Лапласа (повторення). Основні властивості.</p> <p>Тема 11. Розв'язування крайових задач для рівняння дифузії з дробовою похідною за часом за допомогою інтегральних перетворень.</p> <p>Тема 12. Функція Гріна.</p> <p>Тема 13. Розв'язування задачі Коші для рівняння дифузії з дробовою похідною за часом за допомогою функції Гріна.</p> <p>Тема 14. Розв'язування крайових задач для рівняння дифузії з дробовою похідною за часом за допомогою функції Гріна.</p>

	<p>Тема 15. Обернені задачі.</p> <p>Тема 16. Наближені розв'язки задач для рівняння дифузії з дробовою похідною за часом.</p>
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з математичного і функціонального аналізу, диференціальних рівнянь, рівнянь математичної фізики, інтегральних рівнянь і теорії узагальнених функцій, достатніх для сприйняття категоріального апарату методів диференціювання, інтегрування, степеневих і функційних рядів.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Презентації, лекції, практичні заняття, індивідуальні завдання
Необхідне обладнання	
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"> • контрольна робота: 20% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 20; • індивідуальні завдання : 30% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 30 • залік: 50% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 50 <p>Підсумкова максимальна кількість балів 100.</p> <p>Письмові роботи: Студенти виконують одну письмову роботу – контрольну по основних діях з похідними дробових порядків і методах розв'язання рівнянь із такими похідними) .</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Політика виставлення балів. Враховуються бали, набрані при поточному тестуванні, контрольних і самостійних роботах і бали підсумкового тестування. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час лабораторного</p>

	заняття; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін. Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.
Питання до заліку чи екзамену.	Поняття узагальненої функції однієї змінної. Приклади. Основні дії над узагальненими функціями. Приклади. Звичайні диференціальні рівняння в просторі узагальнених функцій. Фундаментальна функція лінійного диференціального рівняння та її побудова методом варіації сталих. Основна властивість фундаментальної функції. Узагальнена задача Коші. Згортка звичайних та узагальнених функцій.. Лінійність згортки. Умови неперервності згортки. Теорема про диференціювання згортки. Застосування згортки. Похідна дробового порядку. Узагальнені розв'язки диференціальних рівнянь і рівнянь у згортках. Розв'язки рівнянь із дробовими похідними. Перетворення Фур'є. Основні властивості. Розв'язування крайових задач для рівняння дифузії з дробовою похідною методом рядів Фур'є. Функція Гріна. Розв'язування крайових задач для рівняння дифузії з дробовою похідною за допомогою функції Гріна..
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

**Схема курсу “ Моделі природничих процесів з пам'яттю ”
для студентів спеціальності 111 –математика**

Тиж-ні	Лекційний курс		Практичні заняття		К-сть год сам. роб.
	Назва теми	К-сть год	Назва теми	К-сть год	
1	2	3	4	5	6
1	<i>Динамічне моделювання.</i>	2	<i>Задачі і моделі</i>	2	3,5
2	<i>Основні дії над узагальненими функціями (повторення).</i>	2	<i>Основні дії над узагальненими функціями.</i>	2	3,5
3	<i>Згортка звичайних та узагальнених функцій. Рівняння у згортках.</i>	2	<i>Згортка звичайних та узагальнених функцій.</i>	2	3,5
4	<i>Похідна Рімана-Ліувіля дробового порядку</i>	2	<i>Похідна Рімана-Ліувіля дробового порядку</i>	2	3,5
5	<i>Регуляризована дробова похідна.</i>	2	<i>Регуляризована дробова похідна.</i>	2	3,5

6	<i>Рівняння зі звичайною дробовою похідною.</i>	2	<i>Рівняння зі звичайною дробовою похідною.</i>	2	3,5
7	<i>Задачі для систем рівнянь зі звичайними дробовими похідними</i>	2	<i>Задачі для систем рівнянь зі звичайними дробовими похідними</i>	2	3,5
8	<i>Виведення рівняння дифузії з дробовою похідною.</i>	2	<i>Контрольна робота</i>	2	3,5
9	<i>Розв'язування крайових задач для рівняння дифузії з дробовою похідною методом рядів Фур'є</i>	2	<i>Розв'язування крайових задач для рівняння дифузії з дробовою похідною методом рядів Фур'є</i>	2	3,5
10	<i>Перетворення Фур'є і Лапласа (повторення). Основні властивості.</i>	2	<i>Перетворення Фур'є</i>	2	3,5
11	<i>Розв'язування крайових задач для рівняння дифузії з дробовою похідною за часом за допомогою інтегральних перетворень</i>	2	<i>Перетворення Лапласа</i>	2	3,5
12	<i>Функція Гріна.</i>	2	<i>Розв'язування крайових задач для рівняння дифузії з дробовою похідною за часом за допомогою інтегральних перетворень</i>	2	3,5
13	<i>Розв'язування задачі Коші для рівняння дифузії з дробовою похідною за часом за допомогою функції Гріна</i>	2	<i>Моделі природознавства, що описуються задачею Коші для рівняння з дробовою похідною</i>	2	3,5
14	<i>Розв'язування крайових задач для рівняння дифузії з дробовою похідною за часом за допомогою функції Гріна</i>	2	<i>Моделі природознавства, що описуються задачею Коші для рівняння з дробовою похідною</i>	2	3,5
15	<i>Обернені задачі</i>	2	<i>Моделі природознавства, що описуються крайовими задачами для рівнянь з дробовою похідною</i>	2	3,5
16	<i>Наближені розв'зки задач для рівняння</i>	2	<i>Моделі природознавства, що описуються</i>		3,5

	<i>дифузії з дробовою похідною за часом.</i>		<i>крайовими задачами для рівнянь з дробовою похідною</i>		
	Разом	32		32	56
	Викладач: Лопушанська Г.П		Викладач: Лопушанська Г.П.,		