

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 29.08.2022)

Завідувач кафедри:

проф. Бугрій О.М.

Силабус з навчальної дисципліни
“Дробове диференціювання та його застосування”,
що викладається в межах ОПП
“Комп’ютерний аналіз математичних моделей”
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
для здобувачів зі спеціальності
111 Математика

Назва дисципліни	Дробове диференціювання та його застосування
Адреса викладання дисципліни	м. Львів, вул. Університетська 1
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Механіко-математичного факультет Кафедра математичної статистики і диференціальних рівнянь
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	Галузь знань: 11 Математика і статистика Спеціальність: 111 Математика;
Викладачі дисципліни	Лопушанська Галина Петрівна , доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри математичної статистики і диференціальних рівнянь
Контактна інформація викладачів	halyna.lopushanska@lnu.edu.ua;
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультацію з теоретичної чи практичної частини курсу можна отримати на нараді Zoom у будь-який зручний для студентів та викладача час, а також очно в день проведення лекцій чи практичних занять за попередньою домовленістю.
Сторінка курсу	http://new.mmf.lnu.edu.ua/course/tgf
Інформація про дисципліну	Дисципліна “ Дробове диференціювання та його застосування ” є вибірковою дисципліною зі спеціальності 111 Математика для освітньої програми “Комп’ютерний аналіз математичних моделей”. Вона викладається в 6-му семестрі в обсязі 2 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Коротка анотація дисципліни	У математичному, зокрема, стохастичному, моделюванні важливо враховувати стани досліджуваних процесів у попередні періоди часу. При розв’язуванні таких задач треба вміти працювати з узагальненими розв’язками, з інтегралами і похідними дробових порядків. Курс розроблено таким чином, щоб надати учасникам знання з основ дробового диференціювання (інтегрування), яке має широке застосування у природознавстві.
Мета та цілі дисципліни	Мета: ознайомлення з дробовим диференціюванням і його застосуванням. Цілі: вивчення методів дослідження і розв’язання задач для рівнянь з дробовими похідними, звичайних і з частинними похідними, їхніх застосувань у природознавстві.
Література для вивчення дисципліни	<ol style="list-style-type: none"> 1. Акбаров Д. Є. Застосування принципу стискаючого відображення для дослідження розв’язків нелінійних функціональних рівнянь у банахових просторах / Д. Є. Акбаров, Х. Ш. Туракулов // Вісник КПІ. Серія Приладобудування. -- 2020. -- Вип. 59(1). -- С. 87-95. 2. Городецкий В.В. Методы решения задач по функциональному анализу. Гл. 3, пар. 4. / В.В. Городецкий, Н.И. Нагнибида, П.П. Настасиев. -- К: Вища шк., 1990, 479 с.

	<p>3. Задачин В.М. Чисельні методи / Задачин В.М., Конюшенко І.Г. – Харків: Вид-во ХНЕУім. С. Кузнеця, 2014. – 180 с. . [Електронний ресурс]</p> <p>4. Лопушанська Г.П. Перетворення Фур'є, Лапласа: узагальнення та застосування. Навч.-метод. посібник / Г.П. Лопушанська, А.О. Лопушанський, О.М. М'яус - Вид-во Львів. ун-ту, 2014.--153 с.</p> <p>5. Лопушанська Г.П. Інтегральні рівняння і застосування: навч. посібник / Г.П. Лопушанська, А.О. Лопушанський – 2022, 111 с. http://new.mmf.lnu.edu.ua/department/msde</p> <p>6. Лопушанська Г.П. Математичні моделі з дробовими похідними / Г.П. Лопушанська, А.О. Лопушанський, О.М. М'яус // Навчальний посібник. – 2022. -129 с. http://new.mmf.lnu.edu.ua/department/msde</p> <p>7. Tomas Kisela. Fraction differential equations and their applications.— Brno, 2008.- 71 p.</p> <p>8. Lewis B.J. Laplace and Fourier transforms / B. J. Lewis, E. N. Onder, A.A. Prudil // Advanced Mathematics for Engineering Students. Chapter 3. – 2022, pp. 75-109. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823681-9.00011-3</p> <p>9. Muneshwar R. A. Solution of linear and non-linear partial differential equations of fractional order / R. A. Muneshwar, K. L. Bondar, Y. H. Shirole // <i>Proyecciones Journal of Mathematics</i> . – 2021. – 40, no 5.—Pp. 1179-1195. http://dx.doi.org/10.22199/issn.0717-6279-4396</p>
Обсяг курсу	Загальний обсяг: 90 годин. Аудиторних занять: 48 год., з них 32 год. лекцій та 16 годин лабораторних робіт. Самостійна робота: 42 год. Кредитів: 2.
Очікувані результати навчання	Після завершення цього курсу студент буде знати: основні методи дослідження і розв'язання задач для рівнянь із дробовими похідними; вміти: розв'язувати диференціальні рівняння з дробовими похідними, інтегро-диференціальні рівняння та задачі для них, зокрема, з застосуванням інтегральних перетворень і функцій Гріна.
Ключові слова	Похідна дробового порядку, задача Коші, узагальнений розв'язок, згортка, перетворення Фур'є, перетворення Лапласа
Формат курсу	Лекції та практичні заняття, контрольні роботи, колоквиуми і консультації.
Теми	Див. Схема курсу
Підсумковий контроль, форма	Залік у 6-ому семестрі.

Пререквізити	Для вивчення даного курсу студенти повинні мати базові знання з математичного аналізу і диференціальних рівнянь, достатніх для сприйняття категоріального апарату методів диференціювання, інтегрування, степеневих і функційних рядів, лінійної алгебри та аналітичної геометрії.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Проведення лекцій і практичних занять.
Необхідне обладнання	Комп'ютер із необхідним програмним забезпеченням, доступ до Internet мережі.
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	<p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються так: контрольні роботи №1, №2, колоквіум : $15 + 15 + 20 = 50$; премія за активну роботу на заняттях -- 2; всього – 50 за роботу в семестрі. Залік – 50. Всього – 100.</p> <p>Остаточна кількість балів, які отримує студент на заліку: загальна кількість балів, набраних за семестр і на заліку, плюс бонусні бали (їх максимум -- 10).</p> <p>Академічна доброчесність: Очікується, що роботи студентів будуть оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Списування та втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в написанні завдань 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 робіт, 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 контролі 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.</p> <p>Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p>

Питання до заліку чи екзамену	<p>1. Лінійні інтегральні рівняння Фредгольма з неперервними ядрами. Теореми Фредгольма.</p> <p>2. Метод послідовних наближень.</p> <p>3. Лінійні інтегральні рівняння з полярними ядрами.</p> <p>4. Лінійні інтегральні рівняння Вольтерри з неперервними і полярними ядрами.</p> <p>5. Алгебра згортки.</p> <p>6. Похідні дробового порядку і інтегральні рівняння.</p> <p>7. Рівняння з дробовими похідними (Абеля й інші).</p> <p>8. Розв'язки звичайних рівнянь із дробовими похідними.</p> <p>9. Рівняння з дробовими похідними в економічних задачах.</p> <p>10. Перетворення Лапласа. Властивості.</p> <p>11. Застосування перетворення Лапласа до розв'язання рівнянь у згортках, зокрема, інтегральних рівнянь Вольтерри з різницевиими ядрами і дробовими похідними.</p> <p>12. Перетворення Фур'є. Властивості.</p> <p>13. Застосування перетворення Фур'є до побудови фундаментальних розв'язків рівнянь із частинними похідними дробових порядків.</p>
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

Схема курсу

Тиж-ні	Лекційний курс		Практичні заняття		К-сть год сам. роб.	Література
	Назва теми	К-сть год	Назва теми	К-сть год		
1	2	3	4	5	6	
1	Тема 1. Завдання курсу. Згортка звичайних та узагальнених функцій.	2	Згортка звичайних та узагальнених функцій.	2	3	[6,7]
2	Тема 2. Похідні й інтеграли дробових порядків.	2			2	[6,7]
3	Тема 3. Лінійні інтегральні рівняння (ІР) Фредгольма і Вольтерри з неперервними ядрами. Метод послідовних наближень. Теореми Фредгольма.	2	Похідні й інтеграли дробових порядків.	2	3	[2,5]
4	Тема 4. Лінійні інтегральні рівняння з полярними ядрами.	2			2	[5]

5	Тема 5. Лінійні інтегро-диференціальні рівняння (ІДР) з полярними різницевиими ядрами.	2	Рівняння з дробовими похідними та ІР першого роду з полярними різницевиими ядрами	2	3	[5,6,9]
6	Тема 6. Звичайні лінійні рівняння з дробовими похідними.	2			2	[5-7,9]
7	Тема 7. Чисельні методи.	2	Контрольна робота № 1	2	3	[3]
8	Тема 8. Нелінійні рівняння з дробовими похідними.	2			2	[1,2,9]
9	Тема 9. Перетворення Лапласа.	2	Рівняння з дробовими похідними та ІР другого роду з полярними різницевиими ядрами	2	3	[4-6,8]
10	Тема 10. Застосування перетворення Лапласа до розв'язання рівнянь у згортках, зокрема, інтегральних рівнянь Вольтерри з різницевиими ядрами.	2			2	[2,4,6]
11	Тема 11. Перетворення Фур'є.	2	Застосування перетворення Лапласа до розв'язання рівнянь у згортках, зокрема, з дробовими похідними.	2	3	[4-6,8]
12	Тема 12. Рівняння дробової дифузії.	2			2	[6]
13	Тема 13. Застосування перетворення Фур'є до побудови фундаментальних розв'язків рівнянь із частинними похідними дробових порядків, зокрема, рівняння дробової дифузії.	2	Побудова функції Гріна крайової задачі для звичайного лінійного диференціального рівняння	2	3	[6]
14	Тема 14. Розв'язання задач Коші для ІДР з похідними дробових	2			2	[5,6]

	порядків за допомогою інтегральних перетворень.					
15	Тема 15. Розв'язання крайових задач для ІДР з похідними дробових порядків із застосуванням функції Гріна.	2	Контрольна робота № 2	2	3	[5]
16	Тема 16. Про обернені задачі для рівнянь з дробовими похідними. Колоквіум	2			2	
	Разом	32		16	42	