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 № від 2025 р.)

В.О. завідувача кафедри: Микола БОКАЛО

_____

Силабус з навчальної дисципліни
“ Рівняння з частинними похідними ”,
що викладається в межах ОПП “ Статистичний аналіз даних ”
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для здобувачів з
спеціальності E8 - Статистика

Львів 2025 р.

Назва дисципліни	Рівняння з частинними похідними
Адреса викладання дисципліни	Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка м. Львів, вул. Університетська 1, 79000
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Механіко-математичний факультет Кафедра математичної статистики і диференціальних рівнянь
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	Е - Природничі науки, математика та статистика Е8 - Статистика
Викладачі дисципліни	Бугрій О.М., доктор фізико-математичних наук, професор, проректор з науково-педагогічної роботи та соціально-гуманітарного розвитку
Контактна інформація викладачів	oleh.buhrii@lnu.edu.ua , http://new.mmf.lnu.edu.ua/employee/buhrii_o_m ;
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації в день проведення лекцій/практичних занять (за попередньою домовленістю). Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка, каб. 267. м. Львів, вул. Університетська, 1
Сторінка курсу	https://new.mmf.lnu.edu.ua/course/rcp-112-bak23
Інформація про дисципліну	Дисципліна “Рівняння з частинними похідними” є нормативною дисципліною з спеціальності Е8 – Статистика для освітньої програми “Статистичний аналіз даних”, яка викладається в 6-му семестрі в обсязі 4-х кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Коротка анотація дисципліни	Курс розроблено для ознайомлення студентів з основними поняттями та методами дослідження рівнянь з частинними похідними другого порядку та задач для таких рівнянь.
Мета та цілі дисципліни	*Мета*: формування у майбутніх спеціалістів повноцінних теоретичних знань та практичних навичок дослідження рівнянь з частинними похідними та задач для таких рівнянь *Цілі*: викласти основи теорії рівнянь з частинними похідними та базові методи розв’язання крайових задач для рівнянь еліптичного, параболічного та гіперболічного типів
Література для вивчення дисципліни	1) Лопушанська Г.П., Бугрій О.М., Лопушанський А.О. *Диференціальні рівняння та рівняння математичної фізики:* Підручник. – Львів: видавець Чижиков І.Е. (1-е видання: 2012) 2-е видання: 2017. 2) Лопушанська Г.П., Бугрій О.М., Лопушанський А.О. *Методи рядів і перетворення Фур’є*: Текст лекцій. – Електронне видання. – Львів: ЛНУ ім. І. Франка: 2023. 3) Бугрій О.М. *Рівняння математичної фізики*: Методичні вказівки. – Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. І. Франка, 2008. 4) Бокало М.М., Бокало Т.М. *Рівняння математичної фізики*: Методичні рекомендації для проведення практичних занять. – Електронне видання. – Львів: ЛНУ ім. І. Франка: 2024. 5) Strauss W.A. *Partial differential equations. An introduction*. John Wiley & Sons, Inc. 2008.

	6) Shah N.H., Jani M.Y. *Partial differential equations. An introduction*. CRC Press, 2021. 7) Wong P.J.Y. *Applications of Partial Differential Equations*. MDPI Press, 2023. 8) Ivrii V. *Partial differential equations*. Univ. of Toronto Press, 2019, 2025.
Обсяг курсу	Загальний обсяг: 120 годин. Аудиторних занять: 64 год., з них 32 год. лекційних та 32 год. практичних занять. Самостійної роботи: 56 год.
Очікувані результати навчання	У результаті вивчення даного курсу студент буде: **знати**: формулювання основних задач для рівнянь еліптичного, параболічного та гіперболічного типів, доведення їх коректності та властивостей розв'язків, методи розв'язування сформульованих задач; **вміти**: зводити до канонічного вигляду рівняння з частинними похідними другого порядку з двома та більшою кількістю незалежних змінних; розв'язувати задачі Коші для найпростіших рівнянь параболічного та гіперболічного типів; розв'язувати мішані задачі для найпростіших рівнянь параболічного та гіперболічного типів і крайові задачі для найпростіших рівнянь еліптичного типу.
Ключові слова	Рівняння з частинними похідними, рівняння математичної фізики, крайова задача, задача Коші, мішана задача, метод Фур'є.
Формат курсу	Очний
Теми	Див. **Схема курсу**
Підсумковий контроль, форма	Іспит у кінці семестру
Пререквізити	Для вивчення даного курсу студенти потрібні базові знання з курсів: - Математичний аналіз. - Диференціальні рівняння.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Інформаційні методи (лекція, бесіда, ілюстрація, демонстрація); дедуктивні методи на основі узагальнень; евристичні методи (проблемна лекція); інтерактивні методи (дискусія)
Необхідне обладнання	Для проведення лекційних занять: крейда, дошка, комп'ютер (мінімальні характеристики: процесор Intel Core i3, 4ГБ оперативної пам'яті), доступ до мережі Internet, засоби мультимедіа (в т.ч. проектор). Для проведення практичних/лабораторних занять: крейда, дошка, комп'ютер (мінімальні характеристики: процесор Intel Core i3, 4ГБ оперативної пам'яті), доступ до мережі Internet. Необхідне програмне забезпечення включає в себе ОС Windows 10, програмні додатки (MS Teams, Jupyter Notebook з вбудованим компілятором мови програмування Python).
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням: • Змістовий модуль 1: 4% семестрової оцінки за активну роботу на заняттях та виконання домашніх завдань, 8% семестрової оцінки за практичну контрольну роботу, 5% семестрової оцінки за теоретичний колоквіум, максимальна кількість балів 17.

	• Змістовий модуль 2: 4% семестрової оцінки за активну роботу на заняттях та виконання домашніх завдань, 8% семестрової оцінки за практичну контрольну роботу, 4% семестрової оцінки за теоретичний колоквіум, максимальна кількість балів 16. • Змістовий модуль 3: 5% семестрової оцінки за активну роботу на заняттях та виконання домашніх завдань, 8% семестрової оцінки за практичну контрольну роботу, 4% семестрової оцінки за теоретичний колоквіум, максимальна кількість балів 17. • Іспит: 25% семестрової оцінки за виконання практичних завдань, 25% семестрової оцінки за виконання теоретичних завдань, максимальна кількість балів 50. Підсумкова максимальна кількість балів 100. **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 незарахуванння викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману. Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються. **Відвідання занять** є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції та практичні/лабораторні зайняття 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. **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 контролі 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. **Оцінювання аудиторної роботи студентів та виконання ними домашніх завдань** відбувається шляхом оцінки роботи студента на лекціях та перевірки написаних студентом домашніх завдань (З змістових модулі передбачають виконання 13 аудиторних завдань (0,5 бала за кожне завдання №1-12, 1 бал за завдання № 13, максимальна кількість балів: 7) та 12 домашніх завдань (0,5 бала за кожне завдання, максимальна кількість балів: 6)). Бали за кожне завдання нараховуються за таким співвідношенням: 0,5 – виконано 80-100% відсотків завдання; 0,4 – виконано 60-79% відсотків завдання; 0,3 – виконано 40-59% відсотків завдання; 0,2 – виконано 20-39% відсотків завдання; 0,1 – виконано менше 20% відсотків завдання; 0 – завдання не виконано. **Оцінювання колоквіумів та контрольних робіт** відбувається шляхом оцінки письмових відповідей студента на поставлені запитання/завдання з

	тематики кожного змістового модуля (3 змістових модулі загалом містять 3 колоквіуми (5 балів за перший, по 4 балів за другий та третій, максимальна кількість балів: 13) та 3 контрольних роботи (по 8 балів за кожну, максимальна кількість балів: 24)). Відсотки нарахування балів оцінювання відповіді на кожне запитання/завдання нараховуються за таким співвідношенням: 75-100% – тема відтворюється в повному обсязі, правильно, обґрунтовано, логічно, завдання повністю виконано; 50-74% – відтворюється значна частина розглянутої теми, проте присутні неточності та/або невідповідності, завдання виконано з незначними недоліками; 25-49% – виявлено множинні неточності та невідповідності, пояснення відсутні чи частково помилкові, завдання виконано частково; 0-24% – тему майже не розкрито, кількість викладеного матеріалу не відповідає загальним нормам обраного виду роботи, завдання не виконано належним чином. **Оцінювання теоретичної та практичної частини іспиту** відбувається шляхом оцінки письмових відповідей студента на поставлені запитання/завдання з тематики курсу (максимальна кількість балів: 50). Відсотки нарахування балів оцінювання відповіді на кожне запитання/завдання нараховуються за таким співвідношенням: 75-100% – тема відтворюється в повному обсязі, правильно, обґрунтовано, логічно, завдання повністю виконано; 50-74% – відтворюється значна частина розглянутої теми, проте присутні неточності та/або невідповідності, завдання виконано з незначними недоліками; 25-49% – виявлено множинні неточності та невідповідності, пояснення відсутні чи частково помилкові, завдання виконано частково; 0-24% – тему майже не розкрито, кількість викладеного матеріалу не відповідає загальним нормам обраного виду роботи, завдання не виконано належним чином. **Критерії оцінювання результатів неформальної освіти:** 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 IT компаній за тематикою навчальної дисципліни. Кількість балів визначається відсотком покриття результатів відповідної активності до вимог результатів навчання з навчальної дисципліни
Питання до заліку чи екзамену.	РЧП другого порядку від багатьох незалежних змінних, РЧП другого порядку від двох незалежних змінних, задачі на власні значення для звичайних диференціальних рівнянь, рівняння гіперболічного типу, рівняння параболічного типу, рівняння еліптичного типу, метод Фур'є.
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

Схема курсу “Рівняння з частинними похідними”
для студентів спеціальності Е8 - Статистика

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	Класифікація та зведення до канонічного вигляду рівнянь з частинними похідними (РЧП) 2-го порядку	2	Зведення до канонічного вигляду рівнянь від багатьох незалежних змінних	2	3	[1]-[8], Сайт курсу
2	Коректність задач математичної фізики	2	Зведення до канонічного вигляду рівнянь від двох незалежних змінних	2	4	[1]-[8], Сайт курсу
3	Поняття про характеристики РЧП	2	Знаходження розв'язку рівнянь від двох незалежних змінних	2	3	[1]-[8], Сайт курсу
4	Теорема Коші-Ковалевської. Приклад Адамара. Формули рядів	2	Задачі Гурса та Дарбу для гіперболічних рівнянь	2	4	[1]-[8], Сайт курсу
5	Регулярна задача Штурма-Ліувілля. Колоквіум № 1	2	Контрольна робота № 1	2	3	[1]-[8], Сайт курсу
6	Задача Штурма-Ліувілля з умовами періодичності. Перетворення Фур’є	2	Задача Коші для еволюційних рівнянь від двох незалежних змінних. Метод характеристик	2	4	[1]-[8], Сайт курсу
7	Рівняння теплопровідності. Основні задачі для параболічних рівнянь	2	Задача Коші для еволюційних рівнянь від двох незалежних змінних. Метод рядів. Інтегральні формули	2	3	[1]-[8], Сайт курсу
8	Принцип максимуму та наслідки з нього	2	Абстрактна схема методу відокремлення змінних. Мішана задача для параболічних рівнянь з однорідними крайовими умовами	2	4	[1]-[8], Сайт курсу
9	Існування, єдиність та неперервна залежність від вхідних даних класичного розв’язку мішаної задачі для рівняння теплопровідності в стержні	2	Мішана задача для рівнянь теплопровідності з неоднорідними крайовими умовами	2	3	[1]-[8], Сайт курсу
10	Узагальнені розв’язки мішаних задач для рівняння теплопровідності в стержні. Колоквіум № 2	2	Контрольна робота № 2	2	4	[1]-[8], Сайт курсу

11	Рівняння коливань струни. Основні задачі для гіперболічних рівнянь	2	Мішана задача для гіперболічних рівнянь з однорідними крайовими умовами	2	3	[1]-[8], Сайт курсу
12	Коректність мішаної задачі для рівняння коливань струни	2	Мішана задача для рівнянь коливань струни з неоднорідними крайовими умовами	2	4	[1]-[8], Сайт курсу
13	Задача Коші для гіперболічних рівнянь. Рівняння потенціалу електростатичного поля. Основні задачі для еліптичних рівнянь	2	Крайові задачі для еліптичних рівнянь в кругових областях	2	3	[1]-[8], Сайт курсу
14	Формули Гріна. Елементарні властивості гармонічних функцій	2	Крайові задачі для еліптичних рівнянь в прямокутнику	2	4	[1]-[8], Сайт курсу
15	Єдиність класичних розв’язків крайових задач для рівняння Пуассона. Колоквіум № 3	2	Контрольна робота № 3	2	3	[1]-[8], Сайт курсу
16	Функція Гріна та її застосування	2	Підсумкове заняття	2	4	[1]-[8], Сайт курсу
	Разом	**32**		**32**	**56**	
	Викладач: **Бугрій О.М.**		Викладач: **Бугрій О.М.**			