

**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 \_\_\_\_\_ 2021 р.)

Завідувач кафедри:  
доктор фізико-математичних наук,  
доцент Бугрій О.М.

**Силабус з навчальної дисципліни**  
**“Додаткові розділи диференціальних рівнянь”,**  
**що викладається в межах ОПН підготовки доктора філософії**  
**(третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти)**  
**для здобувачів за спеціальністю 111 Математика**

**Львів 2021 р.**

<b>Назва дисципліни</b>	Додаткові розділи диференціальних рівнянь
<b>Адреса викладання дисципліни</b>	Львівський національний факультет імені Івана Франка, Механіко-математичний факультет, вул. Університетська 1, м. Львів
<b>Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна</b>	Механіко-математичний факультет, кафедра кафедри математичної статистики і диференціальних рівнянь
<b>Галузь знань</b>	11 Математика та Статистика
<b>Шифр спеціальності</b>	111 Математика
<b>Викладачі дисципліни</b>	Бокало Микола Михайлович, д.ф.-м.н., професор; Бугрій Олег Миколайович, д.ф.-м.н., доцент; Лопушанська Г.П., д.ф.-м.н., професор
<b>Контактна інформація викладачів</b>	<a href="mailto:mykola.bokalo@lnu.edu.ua">mykola.bokalo@lnu.edu.ua</a> ; <a href="http://new.mmf.lnu.edu.ua/employee/bokalo_m_m">http://new.mmf.lnu.edu.ua/employee/bokalo_m_m</a> ; <a href="mailto:oleh.buhrii@lnu.edu.ua">oleh.buhrii@lnu.edu.ua</a> <a href="http://new.mmf.lnu.edu.ua/employee/buhrii_o_m">http://new.mmf.lnu.edu.ua/employee/buhrii_o_m</a> ; <a href="mailto:halyna.lopushanska@lnu.edu.ua">halyna.lopushanska@lnu.edu.ua</a> , <a href="http://new.mmf.lnu.edu.ua/employee/lopushanska_h_p">http://new.mmf.lnu.edu.ua/employee/lopushanska_h_p</a>
<b>Консультації з питань навчання по дисципліні</b>	Консультації в день проведення лекцій (за попередньою домовленістю).
<b>Сторінка дисципліни</b>	<a href="https://new.mmf.lnu.edu.ua/academics/postgraduates/onp-np-111">https://new.mmf.lnu.edu.ua/academics/postgraduates/onp-np-111</a>
<b>Інформація про дисципліну</b>	Курс ознайомлює із сучасними важливими розділами теорії звичайних диференціальних рівнянь і рівнянь з частинними похідними, які не ввійшли до відповідних нормативних курсів перших двох рівнів вищої освіти за спеціальністю «Математика»
<b>Коротка анотація дисципліни</b>	Дисципліна “Додаткові розділи диференціальних рівнянь” є нормативною дисципліною зі спеціальності 111 Математика для освітньої програми підготовки доктора філософії, яка викладається в Львівському національному університеті імені Івана Франка протягом другого і третього семестрів навчання в обсязі 3 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
<b>Мета та цілі дисципліни</b>	Метою і завданням навчальної дисципліни “ Додаткові розділи диференціальних рівнянь ” є дати базові знання із сучасних розділів теорії звичайних диференціальних рівнянь і рівнянь з частинними похідними, які потрібні для розуміння основних понять і результатів фундаментальної теорії диференціальних рівнянь і її практичного застосування
<b>Література для вивчення дисципліни</b>	1. А.М. Самойленко, М.О. Перестюк, І.О. Парасюк. Диференціальні рівняння. 2003р. 2. В.П. Михайлов. Дифференциальные уравнения в частных производных. Москва: Изд-во "Наука". 1983. 3. О.А.Ладыженская. Краевые задачи математической физики. Москва: Изд-во "Наука". 1973. 4. Мельник Т.А., Кренивич А.П. Теорія просторів Соболева та узагальнені розв'язки крайових задач. – Київ: ВПЦ “Київський університет”, 2019. – 200 с. 5. Бокало М.М. Додаткові розділи теорії звичайних диференціальних рівнянь. Текст лекцій / <a href="http://www.franko.lviv.ua/faculty/mechmat/Departments/DiffEq.htm">http:// www.franko.lviv.ua / faculty / mechmat/ Departments / DiffEq.htm</a>
<b>Обсяг курсу</b>	Всього 90 год: 64 год аудиторних занять, з них 32 год лекційних занять, 32 год практичних занять, та 26 год самостійної роботи
<b>Очікувані результати навчання</b>	Після завершення цього курсу студент буде: - знати: способи дослідження математичних моделей природних

	<p>процесів, що є відповідними задачами для диференціальних рівнянь;</p> <p><b>- розуміти:</b> поняття і результати сучасної теорії диференціальних рівнянь та її застосувань;</p> <p><b>- володіти:</b> сучасними методами розв'язування складних задач для диференціальних рівнянь.</p>
<b>Ключові слова</b>	Звичайне диференціальне рівняння, рівняння з частинними похідними, експонента матриці, консервативна система, аналітична система, узагальнені похідні функції, простір Соболева, узагальнений розв'язок крайової задачі, метод Гальоркіна, метод Фаєдо-Гальоркіна
<b>Формат курсу</b>	Очний, дистанційний Проведення лекційних і практичних занять та консультацій
<b>Теми</b>	<p><b>Частина I.</b></p> <p><b>1. Експонента матриці та нормальні лінійні системи зі сталими коефіцієнтами .</b> Експонента матриці та її властивості . Зображення фундаментальної матриці нормальної лінійної однорідної системи зі сталими коефіцієнтами за допомогою експоненти матриці.</p> <p><b>2. Теорія Флоке.</b> Нормальні лінійні однорідні системи з періодичними коефіцієнтами. Існування періодичного розв'язку нормальної лінійної неоднорідної (періодичної) системи. Періодичні розв'язки слабо нелінійних періодичних систем.</p> <p><b>3. Асимптотичні методи для звичайних диференціальних рівнянь та систем.</b> Асимптотичні послідовності, ряди та розвинення. Асимптотичні розвинення розв'язку задачі Коші за параметром і початковими значеннями. Метод малого параметра Пуанкаре. Асимптотичний метод Крилова-Боголюбова Зведення рівняння коливачь слабо нелінійного осцилятора до системи стандартного вигляду. Метод усереднення.</p> <p><b>4. Консервативна система з одним ступенем вільності.</b> Поняття консервативної системи з одним ступенем вільності Лінії рівня енергії.</p> <p><b>5. Диференціальні рівняння із запізненням.</b> Задача Коші для найпростішого рівняння із запізненням. Метод кроків. Загальне рівняння із запізненням. Теорема про існування та єдиність розв'язку задачі Коші для рівняння із запізненням.</p> <p><b>6. Індеси особливих точок векторних полів.</b> Зв'язок між динамічними системами і векторними полями. Поняття індексу кривої. Властивості та застосування індексів кривих . Індеси особливих точок. Формули обчислення індексу кривої.</p> <p><b>7. Аналітичні нормальні системи.</b> Аналітичні функції багатьох змінних. Аналітичні розв'язки аналітичних нормальних систем. Аналітичне продовження розв'язків.</p> <p><b>Частина II.</b></p> <p><b>1. Допоміжні поняття і факти.</b></p>

	<p>Простори неперервних функцій. Простори неперервно диференційованих функцій. Міра Лебега, вимірні за Лебегом функції. Простори Лебега. Регулярність межі області. Формула інтегрування частинами для функцій багатьох змінних.</p> <p><b>2. Простори Соболева та їх властивості.</b>  Поняття узагальнених похідних локально інтегрованих функцій. Означення просторів Соболева. Найпростіші властивості просторів Соболева. Усереднення функцій. Наближення функцій з просторів Соболева гладкими функціями. Продовження функцій з просторів Соболева. Оператори сліду. Вкладення просторів Лебега і Соболева.</p> <p><b>3. Крайові задачі для еліптичних рівнянь.</b>  Поняття узагальнених розв'язків крайових задач для лінійних еліптичних рівнянь. Варіаційний метод та існування і єдиність узагальнених розв'язків крайових задач для еліптичних рівнянь в найпростішому випадку. Метод Гальоркіна і коректність крайових задач для еліптичних рівнянь в загальному випадку. Форми, теорема Лакса-Мільграма і їх використання для дослідження еліптичних крайових задач. Підвищення гладкості узагальнених розв'язків еліптичних крайових задач.</p> <p><b>4. Мішані задачі для параболічних рівнянь.</b>  Варіаційне формулювання мішаних задач для рівнянь параболічного типу, єдиність узагальнених розв'язків цих задач і метод Фаєдо-Гальоркіна доведення їх існування, підвищення гладкості узагальнених розв'язків і умови того, що узагальнені розв'язки є класичними.</p> <p><b>5. Мішані задачі для гіперболічних рівнянь.</b>  Варіаційне формулювання мішаних задач для рівнянь гіперболічного типу, єдиність узагальнених розв'язків цих задач і метод Фаєдо-Гальоркіна доведення їх існування, підвищення гладкості узагальнених розв'язків і умови того, що узагальнені розв'язки є класичними.</p>
<b>Підсумковий контроль, форма</b>	Залік після другого семестру, іспит після третього семестру
<b>Пререквізити</b>	Базові знання у обсязі магістерської програми з математики
<b>Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу</b>	Презентація, лекції, практичні, дискусія
<b>Необхідне обладнання</b>	Мультимедійне обладнання

<p><b>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</b></p>	<p><b>Оцінювання</b> проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за основі балів поточної успішності (які набираються на практичних заняттях та внаслідок обговорення на лекціях), а також здачі письмових заліку та іспиту. Максимальна кількість балів: за поточну успішність – 50, за залік – 50, за іспит--50.</p> <p><b>Академічна доброчесність:</b> 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 написанні контрольної роботи чи індивідуального завдання є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.</p> <p><b>Відвідання занять</b> є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції та лабораторні заняття курсу. Студенти повинні інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будьякому випадку студенти зобов'язані дотримуватися термінів визначених для виконання всіх видів робіт та індивідуальних завдань, передбачених курсом.</p> <p><b>Література.</b> 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><b>Політика виставлення балів.</b> 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.</p>
<p><b>Питання до заліку та екзамену</b></p>	<p>Перелік питань розміщений на сторінці курсу.</p>
<p><b>Опитування</b></p>	<p>Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.</p>