

**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 червня 2021 р.)



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

**Силабус з навчальної дисципліни**  
**“Додаткові розділи рівнянь математичної фізики”,**  
**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 рівнянь математичної фізики
<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
<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>
<b>Інформація про дисципліну</b>	Курс ознайомлює із сучасними важливими розділами теорії рівнянь математичної фізики, які не ввійшли до відповідних нормативних курсів перших двох рівнів вищої освіти за спеціальністю «Математика»
<b>Коротка анотація дисципліни</b>	Дисципліна “Додаткові розділи рівнянь математичної фізики” є нормативною дисципліною зі спеціальності 111 -- математика для освітньої програми підготовки доктора філософії, яка викладається в Львівському національному університеті імені Івана Франка протягом третього семестру навчання в обсязі 2,5 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
<b>Мета та цілі дисципліни</b>	Метою і завданням навчальної дисципліни “Додаткові розділи рівнянь математичної фізики” є дати базові знання із сучасних розділів теорії рівнянь математичної фізики, які потрібні для розуміння основних понять і результатів фундаментальної теорії диференціальних рівнянь та її практичного застосування
<b>Література для вивчення дисципліни</b>	1. 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., Кренивч А.П. Теорія просторів Соболева та узагальнені розв'язки крайових задач. – Київ: ВПЦ “Київський університет”, 2019. – 200 с.
<b>Обсяг курсу</b>	Всього 75 год: 48 год аудиторних занять, з них 32 год лекційних занять, 16 год практичних занять, та 27 год самостійної роботи (очна форма навчання)
<b>Очікувані результати навчання</b>	Після завершення цього курсу студент буде: - <b>знати:</b> способи дослідження математичних моделей природних процесів, що є відповідними задачами для диференціальних рівнянь; - <b>розуміти:</b> поняття і результати сучасної теорії диференціальних рівнянь та її застосувань; - <b>володіти:</b> сучасними методами розв'язування складних задач для диференціальних рівнянь.
<b>Ключові слова</b>	Рівняння з частинними похідними, узагальнені похідні функції, простір Соболева, узагальнений розв'язок крайової задачі, метод

	Гальоркіна, метод Фаедо-Гальоркіна
<b>Формат курсу</b>	Очний, дистанційний Проведення лекційних і практичних занять та консультацій
<b>Теми</b>	<p><b>Вступ.</b></p> <p><b>1. Допоміжні поняття і факти.</b> 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. Метод Фаедо-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. Метод Фаедо-Гальоркіна доведення їх існування. Підвищення гладкості узагальнених розв'язків і умови того, що узагальнені розв'язки є класичними.</p>

<b>Підсумковий контроль, форма</b>	Іспит
<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
<b>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</b>	<b>Оцінювання</b> проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за основні балів поточної успішності (які набираються на практичних заняттях та внаслідок обговорення на лекціях), а також здачі письмового іспиту. Максимальна кількість балів: за поточну успішність – 50, за

	<p>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 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 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 контролю. 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>



**Схема курсу “Додаткові розділи рівнянь математичної фізики”  
для студентів спеціальності 111 – математика**

Тиж-день	Лекційний курс		Практичні заняття		К-сть год СР
	Назва теми	К-сть год	Назва теми	К-сть год	
Семестр III					
1	Простори неперервних функцій. Простори неперервно диференційованих функцій. Міра Лебега, вимірні за Лебегом функції. Простори Лебега.	2	Простори неперервних функцій. Простори неперервно диференційованих функцій. Міра Лебега, вимірні за Лебегом функції. Простори Лебега.	1	3
2	Регулярність межі області. Формула інтегрування частинами для функцій багатьох змінних.	2	Регулярність межі області. Формула інтегрування частинами для функцій багатьох змінних.	1	3
3	Поняття узагальнених похідних локально інтегрованих функцій. Означення просторів Соболева. Найпростіші властивості просторів Соболева.	2	Поняття узагальнених похідних локально інтегрованих функцій. Означення просторів Соболева. Найпростіші властивості просторів Соболева.	1	3
4	Усереднення функцій. Наближення функцій з просторів Соболева гладкими функціями.	2	Усереднення функцій. Наближення функцій з просторів Соболева гладкими функціями.	1	3
5	Продовження функцій з просторів Соболева.	2	Продовження функцій з просторів Соболева.	1	3
6	Оператори сліду.	2	Оператори сліду.	1	3
7	Нерівності в просторах Соболева.	2	Нерівності в просторах Соболева.	1	3
8	Теорема Релліха-Кондрашова про компактні вкладення.	2	Теорема Релліха-Кондрашова про компактні вкладення.	1	3
9	Теорема Релліха-Кондрашова про компактні вкладення.	2	Теорема Релліха-Кондрашова про компактні вкладення.	1	
10	Поняття узагальнених розв'язків крайових задач для лінійних еліптичних рівнянь.	2	Поняття узагальнених розв'язків крайових задач для лінійних еліптичних рівнянь.	1	4
11	Варіаційний метод та існування і єдиність узагальнених розв'язків крайових задач для еліптичних рівнянь в найпростішому випадку.	2	Варіаційний метод та існування і єдиність узагальнених розв'язків крайових задач для еліптичних рівнянь в найпростішому випадку.	1	2
12	Метод Гальоркіна і коректність крайових задач для еліптичних	4	Метод Гальоркіна і коректність крайових задач для еліптичних	2	2

	рівнянь в загальному випадку.		рівнянь в загальному випадку.		
13	Форми, теорема Лакса-Мільграма і їх використання для дослідження еліптичних крайових задач..	4	Форми, теорема Лакса-Мільграма і їх використання для дослідження еліптичних крайових задач..	2	
14	Підвищення гладкості узагальнених розв'язків еліптичних крайових задач.	2	Підвищення гладкості узагальнених розв'язків еліптичних крайових задач.	1	
	Викладачі: : проф. Бокало М.М., проф. Бугрій О.М.	32	Викладач: : проф. Бокало М.М., проф. Бугрій О.М.	16	27