

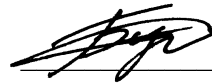
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Механіко-математичний факультет
Кафедра математичної статистики і диференціальних рівнянь

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. О.М. Бугрій

Силабус з навчальної дисципліни
“ Основи математичного моделювання ”,
що викладається в межах ОПП
“ Комп'ютерний аналіз математичних моделей ”
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
для здобувачів з спеціальності
111 Математика

Назва дисципліни	Основи математичного моделювання
Адреса викладання дисципліни	вул. Університетська 1, м. Львів, 79000
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	Бугрій Олег Миколайович , доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри математичної статистики і диференціальних рівнянь
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): ауд. 267, головний корпус ЛНУ ім. І. Франка, вул. Університетська 1, м. Львів, 79000
Сторінка курсу	https://new.mmf.lnu.edu.ua/course/omm-111-matematyka
Інформація про дисципліну	Дисципліна “Задачі з вільними межами в медицині” є нормативною дисципліною з спеціальності 111-Математика для освітньої програми “Комп’ютерний аналіз математичних моделей”, яка викладається в 6-му семестрі в обсязі 3-ох кредитів за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS.
Коротка анотація дисципліни	Курс розроблено для ознайомлення студентів з основними методами математичного моделювання фізичних, хімічних та біологічних процесів, дослідження задач, що при цьому виникають, та аналізу числових даних. Набуті знання можна використати при математичному моделюванні природних та виробничих процесів
Мета та цілі дисципліни	<i>Мета:</i> надати студентам основні поняття та методи дослідження математичних моделей та аналізу числових даних <i>Цілі:</i> забезпечити знайомство студентів з основними методами дослідження рівнянь з частинними похідними та варіаційних нерівностей, викласти основні положення теорії математичного моделювання за допомогою рівнянь і варіаційних нерівностей
Література для вивчення дисципліни	1) Бугрій О.М. <i>Параболічні варіаційні нерівності</i> : Текст лекцій. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2005. 2) Бугрій О.М., Процак Н.П., Бугрій Н.В. <i>Основи диференціальних рівнянь: теорія, приклади та задачі</i> . – Навчальний посібник. – Львів, 2011. – 348 с. 3) Лопушанська Г.П., Бугрій О.М., Лопушанський А.О. <i>Диференціальні рівняння та рівняння математичної фізики</i> : Підручник. – Львів: видавець Чижиков І.Е. (1-е видання: 2012) 2-е видання: 2017. 4) Тацій Р., Стасюк М., Пазен О. <i>Елементи математичного моделювання та прикладної математики</i> . Навчальний посібник. Львів: ЛДУБЖД, 2021. 5) Friedman A. <i>Variational principles and free-boundary problems</i> . Dover

	<p>Publications, 2010.</p> <p>6) Березовський А.А. <i>Лекції по нелінійним крайовим задачам математичної фізики. Ч.1. Диференціальні рівняння з частинними похідними в прикладних задачах.</i> Київ: Інститут математики АН, 1974.</p> <p>7) Березовський А.А. <i>Лекції по нелінійним крайовим задачам математичної фізики. Ч.2. Точні методи інтегрування нелінійних диференціальних рівнянь з частинними похідними.</i> Київ: Наукова думка, 1976.</p> <p>8) Noack B.R., Ohle F., Eckelmann H. <i>Construction and analysis of differential equations from experimental time series of oscillatory systems.</i> Physica D. 56, North-Holland, 1992.</p> <p>9) Лещинський О.Л., Рязанцева В.В., Юнькова О.О., Юртин І.І. <i>Практикум з економетрії.</i> Навч. посіб. – Київ: ДП «Вид. дім «Персонал», 2009.</p> <p>10) Мокін Б.І., Мокін В.Б., Мокін О.Б. <i>Функціональний аналіз, адаптований до прикладних задач в галузі інформаційних технологій: навчальний посібник.</i> Вінниця: ВНТУ, 2020.</p>
Обсяг курсу	Загальний обсяг: 90 годин. Аудиторних занять: 64 год., з них 32 год. лекційних та 32 годин практичних занять. Самостійної роботи: 26 год.
Очікувані результати навчання	<p>У результаті вивчення даного курсу студент повинен:</p> <p>знати: формулювання основних математичних моделей природних процесів, основних варіаційних нерівностей, умови існування та єдиності їхніх розв'язків, доведення теорем їх коректності та властивостей розв'язків;</p> <p>вміти: розрізняти типи математичних моделей, визначати тип варіаційної нерівності, пов'язаної з лінійним диференціальним оператором другого порядку, перевіряти умови коректності стаціонарної варіаційної нерівності, опрацювати відповідні числові дані.</p> <p>Після успішного завершення курсу студент має набути такі загальні компетентності (ЗК) та спеціальні (фахові) компетентності (СК):</p> <p>ЗК-1 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу; ЗК-2 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях; ЗК-3 Знання й розуміння предметної області та професійної діяльності; ЗК-7 Здатність учитися і оволодівати сучасними знаннями; ЗК-8 Здатність до пошуку, обробки та аналізу інформації з різних джерел; ЗК-9 Здатність приймати обґрунтовані рішення;</p> <p>СК-1 Здатність формулювати проблеми математично та в символічній формі з метою спрощення їхнього аналізу й розв'язання; СК-2 Здатність подавати математичні міркування та висновки з них у формі, придатній для цільової аудиторії, а також аналізувати та обговорювати математичні міркування інших осіб, залучених до розв'язання тієї самої задачі; СК-3 Здатність здійснювати міркування та виокремлювати ланцюжки міркувань у математичних доведеннях на базі аксіоматичного підходу, а також розташовувати їх у логічну послідовність, у тому числі відрізняти основні ідеї від деталей і технічних викладок; СК-6 Здатність розробляти і досліджувати математичні моделі явищ, процесів та систем; СК-10 Здатність використовувати обчислювальні інструменти для чисельних і символічних розрахунків;</p>

	<p>і здобути такі програмні результати навчання (РН):</p> <p>РН-3 Знати принципи <i>modus ponens</i> (правило виведення логічних висловлювань) та <i>modus tollens</i> (доведення від супротивного) і використовувати умови, формулювання, висновки, доведення та наслідки математичних тверджень;</p> <p>РН-6 Знати методи математичного моделювання природничих та/або соціальних процесів;</p> <p>РН-7 Пояснювати математичні концепції мовою, зрозумілою для нефахівців у галузі математики;</p> <p>РН-10 Розв'язувати задачі придатними математичними методами, перевіряти умови виконання математичних тверджень, коректно переносити умови та твердження на нові класи об'єктів, знаходити й аналізувати відповідності між поставленою задачею й відомими моделями;</p> <p>РН-12 Відшукувати потрібну науково-технічну інформацію у науковій літературі, базах даних та інших джерелах інформації;</p> <p>РН-19 Знати теоретичні основи і застосовувати методи математичної фізики для моделювання реальних фізичних, біологічних, екологічних, соціально- економічних та інших процесів і явищ;</p> <p>РН-22 Уміти досліджувати математичні моделі з використанням результатів сучасних розділів теорії диференціальних рівнянь.</p> <p>РН-24 Знати основи теорії оптимального керування системами, що описуються диференціальними рівняннями, і застосовувати їх при розв'язуванні задач оптимізації.</p>
Ключові слова	Математичне моделювання, крайова задача, мішана задача, існування та єдиність розв'язку, часовий ряд.
Формат курсу	Очний
Теми	Див. Схема курсу
Підсумковий контроль, форма	Екзамен у кінці семестру
Пререквізити	Для вивчення даного курсу студентам потрібні базові знання з: <ul style="list-style-type: none"> - математичний аналіз; - теорія ймовірностей та математична статистика; - рівняння математичної фізики.
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	Комп'ютер із необхідним програмним забезпеченням, доступ до Internet мережі.
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням: <ul style="list-style-type: none"> • Змістовий модуль 1: 2% семестрової оцінки за активну роботу на заняттях, 2% семестрової оцінки за самостійну роботу і виконання домашніх завдань, 6% семестрової оцінки за контрольну роботу, 10% семестрової оцінки за колоквиум, максимальна кількість балів 20.

	<ul style="list-style-type: none"> • Змістовий модуль 2: 2% семестрової оцінки за активну роботу на заняттях, 2% семестрової оцінки за самостійну роботу і виконання домашніх завдань, 6% семестрової оцінки за контрольну роботу, 10% семестрової оцінки за колоквиум, максимальна кількість балів 20. • Змістовий модуль 3: 2,5% семестрової оцінки за активну роботу на заняттях, 2,5% семестрової оцінки за самостійну роботу і виконання домашніх завдань, 5% семестрової оцінки за контрольну роботу, максимальна кількість балів 10. • іспит: 50% семестрової оцінки, максимальна кількість балів 50. <p>Підсумкова максимальна кількість балів 100.</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 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.</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 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.</p> <p>Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p>
<p>Питання до заліку чи екзамену.</p>	<p>Базові означення з аналізу: норма, спряжений простір, теореми про нерухому точку; елементарні властивості опуклих множин та функцій; основні математичні моделі для рівнянь з частинними похідними; умови мінімізації дійсної функції на всьому просторі та на його підмножині; оператор проектування; числові варіаційні нерівності для обмеженої множини (існування та єдиність розв'язку); числові варіаційні нерівності для необмеженої множини (єдиність, критерій та достатні умови існування розв'язку); властивості розв'язків числових варіаційних нерівностей (еквівалентність рівнянню, приклади опорних гіперплощин); класифікація деяких варіаційних нерівностей з частинними похідними; приклади банахових просторів; варіаційні нерівності з ліпшецевими операторами (існування, єдиність та гладкість розв'язку, приклади); задачі, розв'язками яких є розв'язки варіаційних нерівностей; побудова розв'язків деяких варіаційних нерівностей; оператори в банахових просторах; оператор двоїстості та оператор штрафу; квадратичний функціонал (означення, властивості, приклад оператора, потенціалом якого є квадратичний функціонал); приклади обмежених функціоналів в просторах Лебега; мінімізація диференційовних функціоналів; варіаційні нерівності з</p>

	монотонним, обмеженим, коерцетивним, семінеперервним оператором.
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

**Схема курсу “ Основи математичного моделювання ”
для студентів спеціальності 111 – Математика**

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	Математичне моделювання дифузійних процесів	2	Основи роботи та типи даних в Excel	2	2	[4], [5], [6], [7], Сайт курсу
2	Елементарні властивості опуклих множин та функцій, поняття про варіаційні нерівності.	2	Розв'язування елементарних біологічних і медичних задач в Excel	2	1	[1], [10], Сайт курсу
3	Проекції на опуклі множини в гільбертовому просторі	2	Побудова парної лінійної регресії	2	2	[1], [5], [10] Сайт курсу
4	Числові варіаційні нерівності на обмежених та необмежених множинах.	2	Інтервальні оцінки парної лінійної регресії	2	2	[5], Сайт курсу
5	Колоквіум 1.	2	Контрольна робота 1	2	2	[1], [2], [3], Сайт курсу
6	Класифікація деяких варіаційних нерівностей з частинними похідними. Математичні моделі стаціонарних процесів.	2	Розв'язування математичних задач в Excel	2	1	[2], [3], [4], [6], [7] Сайт курсу
7	Оператори в гільбертових просторах, варіаційні нерівності в гільбертових просторах.	2	Побудова лінійної множинної регресії	2	2	[5], [10], Сайт курсу
8	Інтерпретація розв'язків варіаційних нерівностей, побудова розв'язків деяких варіаційних нерівностей.	2	Побудова довірчих інтервалів для лінійної множинної регресії	2	1	[1], [5], Сайт курсу
9	Загальні банахові простори та деякі їх властивості, оператори в загальних банахових просторах.	2	Наявність не випадкової складової часового ряду	2	2	[8], [9], [10], Сайт курсу
10	Колоквіум 2.	2	Контрольна робота 2	2	2	[1], [2], [3], Сайт курсу
11	Числові дані в математичному моделюванні	2	Виділення трендової складової часового ряду	2	2	[4], [6], [7], [9], Сайт курсу
12	Мінімізація функціоналів на всьому просторі.	2	Дослідження моделі трендової складової часового ряду	2	1	[1], [5], [9], Сайт курсу
13	Стаціонарні рівняння з потенціальними операторами.	2	Прогнозування трендової складової часового ряду	2	2	[1], [9], Сайт курсу

14	Мінімізація функціоналів на підмножині простору. Типи варіаційних нерівностей.	2	Обчислення параметрів моделі AR(1) збурень часового ряду	2	1	[9], [10], Сайт курсу
15	Варіаційні нерівності в банаховому просторі.	2	Контрольна робота 3	2	2	[1], [5], Сайт курсу
16	Властивості загальних варіаційних нерівностей та їх застосування.	2	Підсумкове заняття	2	1	[1], [5], [6], [7] Сайт курсу
	Разом	32		32	26	