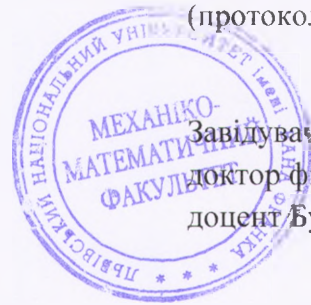


**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Львівський національний університет імені Івана Франка**  
**Механіко-математичний факультет**  
**Кафедра математичної статистики і диференціальних рівнянь**

**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**  
**“Основи обчислювальної математики”,**  
**що викладається в межах ОПП “Комп’ютерний аналіз**  
**математичних моделей” першого (бакалаврського) рівня вищої**  
**освіти для здобувачів із спеціальності 111 -- математика**

Львів 2021 р.

<b>Назва дисципліни</b>	Основи обчислювальної математики
<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
<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>
<b>Інформація про дисципліну</b>	Курс ознайомлює із основами обчислювальної математики
<b>Коротка анотація дисципліни</b>	Дисципліна "Основи обчислювальної математики" є нормативною дисципліною зі спеціальності 111 -- математика для освітньо-професійної програми підготовки бакалавра, яка викладається в Львівському національному університеті імені Івана Франка протягом п'ятого семестру навчання в обсязі 4 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
<b>Мета та цілі дисципліни</b>	<b>Метою</b> курсу є строге викладення основ обчислювальної математики з доведенням збіжності, аналізом похибок та роз'яснення нюансів алгоритмічної реалізації. <b>Завданням</b> курсу є ознайомлення студентів із основними чисельними методами з таких розділів: інтерполювання функцій, апроксимація функцій у нормованих просторах, чисельне диференціювання, інтегрування та розв'язування функційних рівнянь.
<b>Література для вивчення дисципліни</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Лионс Ж.-Л. Оптимальное управление системами, описываемыми уравнениями с частными производными. М.: Мир, 1972.</li> <li>2. Бутковский А.Г. Методы управления системами с распределёнными параметрами. М.: Наука, 1975.</li> <li>3. Balakrishnan V. Semigroup theory and control theory. Washington, 1965.</li> <li>4. Згуровский М.З. Прикладные методы анализа и управления нелинейными процессами и полями. К.: Наукова думка, 2004.</li> <li>5. Бокало М.М. Оптимальне керування системами, що описуються диференціальними рівняннями з частинними похідними. 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>.</li> </ol>
<b>Обсяг курсу</b>	Всього 120 год: 64 год аудиторних занять, з них 32 год лекційних занять, 32 год практичних занять, та 56 год самостійної роботи (очна форма навчання)
<b>Очікувані результати навчання</b>	В результаті вивчення даного курсу студент повинен <b>знати</b> : основні чисельні методи інтерполяції і середньо-квадратичного наближення функцій, а також чисельного диференціювання, інтегрування та розв'язування

	диференціальних та функційних рівнянь; <b>вміти:</b> застосовувати вивчені методи до конкретних задач.
<b>Ключові слова</b>	Лінійні алгебраїчні системи, метод Гаусса, апроксимація функцій, чисельне диференціювання, чисельне інтегрування, чисельне розв'язування диференціальних та функційних рівнянь
<b>Формат курсу</b>	Очний, дистанційний. Проведення лекційних і практичних занять та консультацій
<b>Тем</b>	<p><i>Лекція №1</i> <b>Вступ</b></p> <p><b>Розділ 1. Теорія похибок наближень.</b> 1.1. Поняття похибки і причини її виникнення. Абсолютна та відносна похибки. 1.2. Пряма задача теорії похибок. 1.3. Обернена задача теорії похибок.</p> <p><i>Лекція №2</i> <b>Розділ 2. Методи розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь (СЛАР).</b> 2.1. Прямі методи розв'язування СЛАР. 2.1.1. Метод Гаусса. 2.1.2. Метод <math>LU</math>-розкладу. 2.1.3. Метод прогонки.</p> <p><i>Лекція №3</i> 2.2. Ітераційні методи розв'язування СЛАР. 2.2.1. Методи простих ітерацій. 2.2.2. Методи Якобі і Зейделя.</p> <p><i>Лекція №4</i> 2.3. Метод найменших квадратів знаходження псевдорозв'язків перевизначених СЛАР. 2.4. Методи розв'язування задач на знаходження власних значень і власних векторів матриць. 2.4.1. Класичний спосіб. 2.4.2. Метод скалярних добутків.</p> <p><i>Лекція №5</i> <b>Розділ 3. Методи розв'язування нелінійних рівнянь та їх систем.</b> 3.1. Методи розв'язування нелінійних рівнянь 3.1.1. Методи локалізації коренів. 3.1.1.1. Табуляція функції. 3.1.1.2. Графічний спосіб. 3.1.1.3. Аналітичний метод відділення коренів. 3.1.2. Метод дихотомії.</p> <p><i>Лекція №6</i> 3.1.3. Метод послідовних наближень з використанням стискуючих відображень. 3.1.4. Метод хорд (лінійної інтерполяції, пропорційних частин, січних).</p>

3.1.5. Метод дотичних (Ньютона).

*Лекція №7*

3.2. Методи розв'язування систем нелінійних рівнянь

3.2.1. Метод простої ітерації.

3.2.2. Градієнтний метод.

3.2.3. Метод Ньютона.

*Лекція №8*

**Розділ 4. Наближення функцій.**

4.1. Інтерполяційні многочлени.

4.1.1. Інтерполяційний многочлен Лагранжа.

4.1.2. Інтерполяційний многочлен Ньютона.

4.2. Інтерполяція сплайнами.

4.3. Середньо-квадратичне наближення.

*Лекція №9*

**Розділ 5. Чисельне інтегрування.**

5.1.1. Квадратурні формули інтерполяційного типу.

5.1.2. Квадратури Ньютона-Котеса: квадратурні формули середніх прямокутників, трапецій і Сімпсона.

5.1.3. Квадратурна формула Гаусса.

*Лекція №10*

**Розділ 6. Чисельне розв'язування задач для диференціальних рівнянь.**

6.1. Чисельне розв'язування задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь.

6.1.1. Метод Ейлера.

6.1.2. Методи Рунге-Кутта.

*Лекція №11*

6.1.3. Методи Адамса (багатокрокові методи).

6.1.4. Чисельне розв'язування задачі Коші для систем звичайних диференціальних рівнянь і рівнянь вищих порядків.

*Лекція №12*

6.2. Чисельне розв'язування крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь.

6.2.1. Класичний метод (метод варіації сталих).

6.2.2. Метод стрільби.

6.2.3. Метод сіток (різницевий метод).

*Лекція №13*

6.2.4. Проекційно-варіаційні методи.

6.2.4.1. Метод Рітца.

6.2.4.2. Метод Гальоркіна.

*Лекція №14*

6.3. Чисельне розв'язування крайових задач для еліптичних рівнянь.

	6.3.1. Метод сіток. 6.3.2. Метод Гальоркіна.  <i>Лекція №15</i> 6.4. Чисельне розв'язування мішаних задач для параболічних рівнянь. Метод сіток. 6.5. Чисельне розв'язування мішаних задач для гіперболічних рівнянь. Метод сіток.  <i>Лекція №16</i> <b>Розділ 7. Чисельне розв'язування інтегральних рівнянь.</b>
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<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>	<p><b>Оцінювання</b> проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за основні бали 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 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</p>

	<p>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>
<b>Питання до заліку та екзамену</b>	Перелік питань розміщений на сторінці курсу.
<b>Опитування</b>	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

**Схема курсу “Основи обчислювальної математики”  
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	
<b>Семестр III</b>					
1	Вступ Розділ 1. Теорія похибок наближень. 1.1. Поняття похибки і причини її виникнення. Абсолютна та відносна похибки. 1.2. Пряма задача теорії похибок. 1.3. Обернена задача теорії похибок.	2	Похибки наближень	2	3
2	Розділ 2. Методи розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь (СЛАР). 2.1. Прямі методи розв'язування СЛАР. 2.1.1. Метод Гаусса. 2.1.2. Метод $LU$ -розкладу. 2.1.3. Метод прогонки.	2	Прямі методи розв'язування СЛАР.	2	3
3	2.2. Ітераційні методи розв'язування СЛАР. 2.2.1. Методи простих ітерацій. 2.2.2. Методи Якобі і Зейделя.	2	Ітераційні методи розв'язування СЛАР.	2	3
4	2.3. Метод найменших квадратів знаходження псевдорозв'язків перевизначених СЛАР. 2.4. Методи знаходження власних значень і власних векторів матриць. 2.4.1. Класичний спосіб. 2.4.2. Метод скалярних добутків.	2	Контрольна робота №1	2	3
5	3.1. Методи розв'язування нелінійних рівнянь 3.1.1. Методи локалізації коренів. 3.1.1.1. Табуляція функції. 3.1.1.2. Графічний спосіб. 3.1.1.3. Аналітичний метод відділення коренів. 3.1.2. Метод дихотомії. 3.1.3. Метод послідовних наближень з використанням стискуючих відображень.	2	Застосування методу найменших квадратів для знаходження псевдорозв'язків перевизначених СЛАР. Знаходження власних значень і власних векторів матриць чисельними методами.	2	3
6	3.1.4. Метод хорд (лінійної інтерполяції, пропорційних частин, січних). 3.1.5. Метод дотичних (Ньютона).	2	Локалізація коренів нелінійних рівнянь. Розв'язування нелінійних рівнянь методами дихотомії і послідовних наближень.	2	3
7	3.2. Методи розв'язування систем нелінійних рівнянь	2	Контрольна робота №2	2	3

	3.2.1. Метод простої ітерації. 3.2.2. Градієнтний метод. 3.2.3. Метод Ньютона.				
8	4.1. Інтерполяційні многочлени. 4.1.1. Інтерполяційний многочлен Лагранжа. 4.1.2. Інтерполяційний многочлен Ньютона. 4.2. Інтерполяція сплайнами. 4.3. Середньо-квадратичне наближення.	2	Розв'язування нелінійних рівнянь методами хорд і дотичних	2	3
9	Розділ 5. Чисельне інтегрування. 5.1.1. Квадратурні формули інтерполяційного типу. 5.1.2. Квадратури Ньютона-Котеса: квадратурні формули середніх прямокутників, трапецій і Сімпсона. 5.1.3. Квадратурна формула Гаусса.	2	Рівняння, нерозв'язні щодо похідної (I).	2	3
10	Розділ 6. Чисельне розв'язування задач для диференціальних рівнянь. 6.1. Чисельне розв'язування задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь. 6.1.1. Метод Ейлера. 6.1.2. Методи Рунге-Кутта.	2	Рівняння, нерозв'язні щодо похідної (II)	2	3
11	6.1.3. Методи Адамса (багатокрокові методи). 6.1.4. Чисельне розв'язування задачі Коші для систем звичайних диференціальних рівнянь і рівнянь вищих порядків.	2	Існування та єдиність розв'язку задачі Коші для рівняння першого порядку	2	3
12	6.2. Чисельне розв'язування крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь. 6.2.1. Класичний метод (метод варіації сталих). 6.2.2. Метод стрільби. 6.2.3. Метод сіток (різницевий метод).	2	Контрольна робота N 2.	2	3
13	6.2.4. Проекційно-варіаційні методи. 6.2.4.1. Метод Рітца.	2			



	6.2.4.2. Метод Гальоркіна.				
14	6.3. Чисельне розв'язування крайових задач для еліптичних рівнянь. 6.3.1. Метод сіток. 6.3.2. Метод Гальоркіна.	2		2	
15	6.4. Чисельне розв'язування мішаних задач для параболічних рівнянь. Метод сіток. 6.5. Чисельне розв'язування мішаних задач для гіперболічних рівнянь. Метод сіток.	2		2	
16	Розділ 7. Чисельне розв'язування інтегральних рівнянь.	2		2	
	Разом за семестр IV	32		32	56
	Викладач: : проф. Бокало М.М.		Викладач: : проф. Бокало М.М.		