

**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. 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 зі спеціальності

111 Математика

<b>Назва дисципліни</b>	<b>Основи обчислювальної математики</b>
<b>Адреса викладання дисципліни</b>	Львівський національний університет імені Івана Франка вул. Університетська 1, м. Львів
<b>Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна</b>	Механіко-математичного факультет Кафедра математичної статистики і диференціальних рівнянь
<b>Галузь знань, шифр та назва спеціальності</b>	Галузь знань: 11 Математика і статистика Спеціальність: 111 Математика;
<b>Викладачі дисципліни</b>	<b>Бокало Микола Михайлович</b> , доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри математичної статистики і диференціальних рівнянь
<b>Контактна інформація викладачів</b>	<a href="mailto:mykola.bokalo@lnu.edu.ua">mykola.bokalo@lnu.edu.ua</a> ;
<b>Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються</b>	Консультацію з теоретичної чи практичної частини курсу можна отримати на нараді MS Teams і групі курсу в Telegram у будь-який зручний для студентів та викладача час, а також очно в день проведення лекцій чи практичних занять за попередньою домовленістю.
<b>Сторінка курсу</b>	<a href="https://new.mmf.lnu.edu.ua/course/osnovy-obchysliuvalnoi-matematyky-111-matematyka">https://new.mmf.lnu.edu.ua/course/osnovy-obchysliuvalnoi-matematyky-111-matematyka</a>
<b>Інформація про дисципліну</b>	Дисципліна “ Основи обчислювальної математики ” є нормативною дисципліною зі спеціальності 111 Математика для освітньої програми “Комп’ютерний аналіз математичних моделей”. Вона викладається в 5-му семестрі в обсязі 4-ох кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
<b>Коротка анотація дисципліни</b>	Навчальну дисципліну розроблено таким чином, щоб надати здобувачам першого (бакалаврського) рівня необхідні знання для отримання загальних і фахових компетенцій з основ обчислювальної математики, які дозволять засвоювати пов’язані з нею дисципліни та використовувати набуті знання в професійній діяльності.
<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 математики: інтерполювання функцій, апроксимація функцій, чисельне диференціювання, інтегрування та розв’язування функційних рівнянь.

<p><b>Література для вивчення дисципліни</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Бокало М.М., Музичук А.О. Основи обчислювальної математики // Електронний текст лекцій на сторінці курсу.</li> <li>2. Шахно С.М., Дудикевич А.Т., Левицька С.М.. Практична реалізація чисельних методів лінійної алгебри // Навч. посібник. Львів, ЛНУ імені Івана Франка, 2009.</li> <li>3. Шахно С.М., Дудикевич А.Т., Левицька С.М.. Практикум з чисельних методів // Навч. посібник. Львів, ЛНУ імені Івана Франка, 2013.</li> <li>4. Кутнів М.В. Чисельні методи // Навч. посібник. Львів, 2010.</li> <li>5. Цегелик Г.Г. // Підручник. Львів, ЛНУ імені Івана Франка, 2004.</li> <li>6. Atkinson K. E. An Introduction to Numerical Analysis. John Wiley, New York, 1989.</li> <li>7. Quarteroni A., R. Sacco, Saleri F. Numerical Mathematics // Springer-Verlag New York Berlin Heidelberg, 2000.</li> </ol>
<p><b>Обсяг курсу</b></p>	<p>Всього 120 годин: 64 год аудиторних занять, з них 32 години лекційних занять, 32 години практичних занять, та 56 год самостійної роботи (очна форма навчання). Кредити: 4.</p>
<p><b>Очікувані результати навчання</b></p>	<p><u>В результаті вивчення даного курсу студент повинен знати:</u> 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.  В результаті засвоєння матеріалу даного курсу студент набуде таких <b>загальних (ЗК) і спеціальних (СК) компетентностей:</b>  ЗК-1 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;  ЗК-2 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;  ЗК-8 Здатність до пошуку, обробки та аналізу інформації з різних джерел;  ЗК-9 Здатність приймати обґрунтовані рішення;  ЗК-13 Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків;  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-5 Здатність до кількісного мислення;  СК-7 Здатність застосовувати чисельні методи для дослідження математичних моделей;  СК-9 Здатність застосовувати спеціалізовані мови програмування та пакети прикладних програм;  СК-10 Здатність використовувати обчислювальні інструменти для чисельних і символічних розрахунків,  і здобуде такі <b>програмні результати навчання (РН):</b>  РН-3 Знати принципи modus ponens (правило виведення логічних висловлювань) та modus tollens (доведення від супротивного) і використовувати умови, формулювання, висновки, доведення та наслідки математичних тверджень;</p>

	<p>PH-5 Мати навички використання спеціалізованих програмних засобів комп'ютерної та прикладної математики і використовувати інтернет-ресурси;</p> <p>PH-12 Відшукувати потрібну науково-технічну інформацію у науковій літературі, базах даних та інших джерелах інформації;</p> <p>PH-21 Розв'язувати типові задачі математичного аналізу, алгебри, диференціальних та інтегральних рівнянь, оптимізації за допомогою чисельних методів.</p>
<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.
<b>Теми</b>	Див. <b>Схема курсу</b>
<b>Підсумковий контроль, форма</b>	Іспит в письмовій формі.
<b>Пререквізити</b>	Для вивчення даного курсу студенти повинні мати базові знання з: <ul style="list-style-type: none"> <li>- лінійної алгебри,</li> <li>- аналітичної геометрії,</li> <li>- диференціальних рівнянь,</li> <li>- математичного аналізу.</li> </ul>
<b>Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу</b>	Лекції, практичні заняття і самостійна робота.
<b>Необхідне обладнання</b>	Комп'ютер із необхідним програмним забезпеченням, доступ до інтернету.
<b>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</b>	<p><b>Оцінювання</b> проводиться за 100-бальною шкалою.  Бали нараховуються так: контрольні роботи №1 – №4 : <math>4 \times 12 = 48</math>; премія за активну роботу на заняттях -- 2; всього – 50 за роботу в семестрі.  Іспит – 50. Всього – 100.</p> <p><b>Академічна доброчесність:</b> 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><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, 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</p>

	<p>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 контролі 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.</p> <p>Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p>
<b>Питання до заліку чи екзамену</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Теорія похибок наближень.</li> <li>2. Прямі методи чисельного розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь (СЛАР).</li> <li>3. Ітераційні методи розв'язування коректних СЛАР.</li> <li>4. Знаходження псевдорозв'язків несумісних СЛАР.</li> <li>5. Знаходження власних значень і власних векторів матриць</li> <li>6. Чисельне розв'язування нелінійних рівнянь.</li> <li>7. Чисельне розв'язування систем нелінійних рівнянь.</li> <li>8. Інтерполяція функцій многочленами.</li> <li>9. Інтерполяція функцій сплайнами..</li> <li>10. Середньо квадратичне наближення.</li> <li>11. Чисельне диференціювання.</li> <li>12. Чисельне інтегрування.</li> <li>13. Чисельне розв'язування задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь першого порядку.</li> <li>14. Чисельне розв'язування задачі Коші для нормальних систем звичайних диференціальних рівнянь.</li> <li>15. Чисельне розв'язування задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь вищих порядків.</li> <li>16. Чисельне розв'язування крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь.</li> <li>17. Чисельне розв'язування крайових задач для еліптичних рівнянь. Метод сіток.</li> <li>18. Чисельне розв'язування мішаних задач для параболічних рівнянь. Метод сіток.</li> <li>19. Чисельне розв'язування мішаних задач для гіперболічних рівнянь. Метод сіток.</li> <li>20. Методи розв'язування лінійних інтегральних рівнянь Фредгольма другого роду.</li> </ol>
<b>Опитування</b>	<p>Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.</p>

## Схема курсу

Тиж- день	Лекційний курс		Практичні заняття		К-сть год СР Л-ра
	Назва теми	К- сть год	Назва теми	К- сть год	
5-ий семестр					
1	Розділ 1. Теорія похибок наближень 1.0.1. Поняття похибки. Абсолютна та відносна похибки. Причини виникнення похибок. 1.0.2. Пряма задача теорії похибок. Похибки арифметичних операцій. 1.0.3. Обернена задача теорії похибок.	2	Похибки наближень	2	3 [1-7]
2	Розділ 2. Чисельне розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь (СЛАР) 2.1. Прямі методи розв'язування коректних СЛАР 2.1.1. Метод Гаусса. 2.1.3. Метод прогонки.	2	Прямі методи розв'язування СЛАР.	2	3 [1-7]
3	2.2. Ітераційні методи розв'язування коректних СЛАР 2.2.1. Довідкова інформація. 2.2.2. Загальна схема застосування методу простих ітерацій. 2.2.3. Застосування методу простих ітерацій в явній формі. Метод Якобі. 2.2.4. Застосування методу простих ітерацій в неявній формі. Метод Зейделя.	2	Ітераційні методи розв'язування СЛАР.	2	3 [1-7]
4	2.3. Знаходження псевдорозв'язків несумісних СЛАР	2	Знаходження псевдо- розв'язків несумісних СЛАР	2	3 [1-7]

	2.4. Знаходження власних значень і власних векторів матриць		Знаходження власних значень і власних векторів матриць		
5	Розділ 3. Чисельне розв'язування нелінійних рівнянь та їх систем 3.1. 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 ділення навпіл (дихотомії або бісекції).	2	Контрольна робота № 1	2	3 [1-7]
6	3.1.3. Метод послідовних наближень (простої ітерації) з використанням стискуючих відображень. 3.1.4. Метод Ньютона (дотичних). 3.1.5. Метод хорд (лінійної інтерполяції, пропорційних частин, січних).	2	Локалізація коренів нелінійних рівнянь. Розв'язування нелінійних рівнянь методами дихотомії і послідовних наближень.	2	3 [1-7]
7	3.2. Розв'язування систем нелінійних рівнянь 3.2.1. Локалізація розв'язків систем нелінійних рівнянь. 3.2.1. Метод простої ітерації (послідовних наближень). 3.2.3. Метод Ньютона.	2	Локалізація розв'язків систем нелінійних рівнянь. Метод простої ітерації (послідовних наближень). Метод Ньютона.	2	3 [1-7]
8	Розділ 4. Наближення функцій. 4.1. Інтерполяція функцій многочленами 4.1.1. Інтерполяційний многочлен Лагранжа. 4.1.2. Інтерполяційний многочлен Ньютона.	2	Контрольна робота № 2	2	3 [1-7]
9	4.2. Інтерполяція сплайнами 4.3. Середньо квадратичне наближення.	2	Інтерполяція сплайнами Середньо квадратичне наближення	2	3 [1-7]

10	Розділ 5. Чисельне диференціювання та інтегрування 5.1. Чисельне диференціювання 5.2. Чисельне інтегрування 5.2.1. Загальна квадратурна формула інтерполяційного типу. 5.2.2. Квадратури Ньютона-Котеса: квадратурні формули прямокутників, трапецій і парабол (Сімпсона).	2	Чисельне диференціювання. . Квадратури Ньютона-Котеса: квадратурні формули прямокутників, трапецій і парабол (Сімпсона).	2	3 [1-7]
11	Розділ 6. Чисельне розв'язування задач для диференціальних рівнянь та їх систем 6.1. Чисельне розв'язування задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь першого порядку 6.1.1. Формулювання задачі Коші для звичайного диференціального рівняння, розв'язаного стосовно похідної, та коректність цієї задачі. 6.1.2. Метод Ейлера. 6.1.3. Методи Рунге-Кутта.	2	Контрольна робота № 3	2	3 [1-7]
12	6.2. Чисельне розв'язування задачі Коші для нормальних систем звичайних диференціальних рівнянь 6.2.1. Постановка і коректність задачі Коші для нормальних систем звичайних диференціальних рівнянь (НС). 6.2.2. Метод Ейлера розв'язування задачі Коші для НС. 6.3. Чисельне розв'язування задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь вищих порядків 6.3.1. Постановка і коректність задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь вищих порядків. 6.3.2. Метод Ейлера розв'язування задачі Коші для рівнянь вищих порядків.	2	Чисельне розв'язування задачі Коші для диференціальних рівнянь та їх систем	2	3 [1-7]
13	6.4. Чисельне розв'язування крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь	2	Чисельне розв'язування крайових задач для		2 [1-7]



	6.4.1. Постановка і коректність крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь 6.4.2. Класичний метод (метод варіації сталих) розв'язування крайових задач для ЗДР.		звичайних диференціальних рівнянь		
14	6.4.3. Метод сіток (різницевий метод).	2	Контрольна робота № 4	2	4 [1-7]
15	6.5. Чисельне розв'язування крайових задач для еліптичних рівнянь. Метод сіток 6.5.1. Постановка задачі Діріхле для рівняння Пуассона. 6.5.2 Різницева схема. 6.6. Чисельне розв'язування мішаних задач для параболічних рівнянь. Метод сіток. 6.6.1. Постановка мішаної задачі для рівняння теплопровідності. 6.6.2. Різницева схема. 6.7. Чисельне розв'язування мішаних задач для гіперболічних рівнянь. Метод сіток. 6.7.1. Постановка мішаної задачі для рівняння коливання струни. 6.7.2. Різницева схема.	2	Чисельне розв'язування крайових задач для еліптичних рівнянь. Чисельне розв'язування мішаних задач для параболічних та гіперболічних рівнянь. Метод сіток.	2	3 [1-7]
16	Розділ 7. Чисельне розв'язування інтегральних рівнянь 7.1. Основи теорії інтегральних рівнянь Фредгольма другого роду 7.2. Методи розв'язування лінійних інтегральних рівнянь Фредгольма другого роду 7.2.1. Метод послідовних наближень. 7.2.2. Метод механічних квадратур. 7.2.3. Метод заміни виродженим ядром.	2	Чисельне розв'язування інтегральних рівнянь Фредгольма другого роду	2	4 [1-7]
	Разом за семестр	32		32	56