

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Львівський національний університет імені Івана Франка**  
**Факультет прикладної математики та інформатики**  
**Кафедра програмування**

**Затверджено**

На засіданні кафедри програмування  
факультету прикладної математики  
Львівського національного університету  
імені Івана Франка  
(протокол № 1 від 29 серпня 2023 р.)



Завідувач кафедри Сергій ЯРОШКО

**Силабус з навчальної дисципліни**

**«Комп'ютерне моделювання задач математичної фізики»,**  
**що викладається в межах ОПП Інформатика другого (магістерського)**  
**рівня вищої освіти для здобувачів зі спеціальності**  
**122 Комп'ютерні науки**

**Львів 2023 р.**

<b>Назва дисципліни</b>	Комп'ютерне моделювання задач математичної фізики
<b>Адреса викладання дисципліни</b>	Львівський національний університет імені Івана Франка, вул. Університетська 1, м. Львів, Україна, 79000
<b>Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна</b>	Факультет прикладної математики та інформатики, кафедра програмування
<b>Галузь знань, шифр та назва спеціальності</b>	12 – інформаційні технології 122 – комп'ютерні науки
<b>Викладачі дисципліни</b>	Сибіль Юрій Миколайович, к. ф.-м. н., доцент, доцент кафедри програмування
<b>Контактна інформація викладачів</b>	Електронна пошта: <a href="mailto:yuriy.sybil@lnu.edu.ua">yuriy.sybil@lnu.edu.ua</a>
<b>Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються</b>	Консультації проводять раз на тиждень згідно з оприлюдненим розкладом консультацій викладача. Можливі он-лайн консультації через Microsoft Teams. Для погодження часу он-лайн консультацій слід писати на електронну пошту викладача.
<b>Сторінка курсу</b>	<a href="https://ami.lnu.edu.ua/course/prykladna-komp-model">https://ami.lnu.edu.ua/course/prykladna-komp-model</a>
<b>Інформація про дисципліну</b>	Курс “Комп'ютерне моделювання задач математичної фізики” є дисципліною на вибір зі спеціальності 122 – комп'ютерні науки для освітньої програми “Інформатика”, яка викладається для магістрів в 2-му семестрі в обсязі 4.5 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
<b>Коротка анотація дисципліни</b>	Дисципліна в теоретичному плані є другою частиною курсу “Чисельні методи математичної фізики” і завершує ознайомлення студентів із теорією наближеного розв'язування задач математичної фізики, а також можливістю побудови та дослідження коректності математичних моделей різноманітних фізичних процесів з подальшою побудовою та комп'ютерною реалізацією отриманих алгоритмів. Як базовий підхід до побудови чисельних алгоритмів використовується метод граничних інтегральних рівнянь, який поряд із варіаційними методами складає основу чисельного розв'язування задач математичної фізики.
<b>Мета та цілі дисципліни</b>	Метою дисципліни на вибір “Комп'ютерне моделювання задач математичної фізики” є навчити студента: <ul style="list-style-type: none"> <li>• використовувати основи теорії еліптичних рівнянь другого порядку для дослідження коректності граничних задач;</li> <li>• застосовувати вивчені підходи та методи до розв'язування конкретних практичних задач.</li> </ul> Ціллю дисципліни на вибір “Комп'ютерне моделювання задач математичної фізики” є: <ul style="list-style-type: none"> <li>• навчитись будувати та реалізовувати алгоритми наближеного розв'язування інтегральних рівнянь із слабкими особливостями;</li> <li>• отримати вміння проводити практичний та теоретичний аналіз отриманих результатів;</li> <li>• вміти використовувати сучасне програмне забезпечення для практичної реалізації отриманих алгоритмів.</li> </ul>
<b>Література для вивчення дисципліни</b>	<i>Основна література</i> 1. Івасишен С.Д., Лавренчук В.П., Готинчан Т.І., Мельничук Л.М. Рівняння математичної фізики: основні методи, приклади, задачі: навч. посібник. – Київ. Вид-во «Політехніка», 2018. – 212с. 2. Перестюк М.О., Маринець В.В. Теорія рівнянь математичної фізики. – Київ:

	<p>Либідь, 2001. – 333 с.</p> <p>3. Вірченко Н.О. Основні методи розв’язання задач математичної фізики. – К.: Інрес: Воля, 2006. – 332 с</p> <p>4. G.C.Hsiao, W.L.Wendland. Boundary integral equations. – Springer. 2008. – 618 p.</p> <p><i>Додаткова література</i></p> <p>1. Івасишен С.Д., Лавренчук В.П., Івасюк Г. П., Рева Н.В. Основи класичної теорії рівнянь математичної фізики: навч.посібни к. – Чернівці. Видавничий дім «Родовід», 2015.–358 с.</p> <p>2. Цегелик Г.Г. Чисельні методи. – Львів. Видавн. центр ЛНУ ім. Ів.Франка. 2004. – 408 с.</p> <p>3. R. Kress. Linear Integral Equations, second ed. – Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1999. – 365 p.</p>
<b>Обсяг курсу</b>	4,5 кредити ЄКТС – 135 годин. З них 16 годин лекцій, 32 години лабораторних занять та 87 годин самостійної роботи
<b>Очікувані результати навчання</b>	<p>Після завершення цього курсу студент буде:</p> <p><i>знати</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>методи чисельного розв’язування одно- та двовимірних інтегральних рівнянь методом колокації, Гальоркіна та найменших квадратів; основні принципи побудови складних прикладних програмних комплексів.</li> </ul> <p><i>вміти</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>застосовувати вивчені підходи та методи до розв’язування конкретних практичних задач.</li> </ul>
<b>Компетентності згідно ОПП</b>	<p>Інтегральна: КІ</p> <p>Загальні: ЗК 1, ЗК 2, ЗК 5, ЗК 7</p> <p>Спеціальні: СК 2, СК 3, СК 6, СК 7, СК 8, СК 11</p>
<b>Програмні результати навчання</b>	ПРН 1, ПРН 2, ПРН 7, ПРН 8, ПРН 11, ПРН 16, ПРН 21
<b>Ключові слова</b>	Рівняння Лапласа, потенціали простого та подвійного шару, інтегральні рівняння першого та другого роду, метод колокації, метод Гальоркіна, метод найменших квадратів.
<b>Формат курсу</b>	Очний. Проведення лекцій, лабораторних робіт та консультацій.
<b>Теми</b>	Теми курсу наведено в схемі курсу нижче.
<b>Підсумковий контроль, форма</b>	Залік
<b>Пререквізити</b>	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з дисциплін “Математичний аналіз”, “Рівняння математичної фізики”, ”Чисельні методи” та “Програмування”.
<b>Навчальні методи та техніки, які використовують під час викладання курсу</b>	Лекції з мультимедійними презентаціями та з демонстрацією прийомів практичного використання середовища програмування; лабораторні заняття у вигляді проектування алгоритмів і програм, виконання практичних завдань; самостійне опрацювання навчальних матеріалів: підручників, конспектів лекцій. Обговорення теоретичного та практичного матеріалу в онлайн сервісах, формулювання творчих завдань для студентів, виконання яких готує до вивчення нового теоретичного матеріалу.
<b>Необхідне обладнання</b>	<p>Для проведення лекцій: комп’ютер, проектор, доступ до мережі інтернет.</p> <p>Для проведення лабораторних та виконання завдань: комп’ютер, ОС Windows/Linux, доступ до інтернету, середовище програмування мовою C++ (Microsoft Visual Studio, Code Blocks тощо).</p> <p>Уся література, яку студенти не можуть 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.</p>

	яких немає серед рекомендованих.
<b>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</b>	<p><b>Оцінювання</b> проводиться за 100-бальною шкалою. 60 балів нараховують за виконання лабораторних завдань. Лабораторні завдання є індивідуальними. Упродовж семестру студент виконує 6 лабораторних робіт, кожен з яких оцінюють в 10 балів. 40 балів нараховується за активну роботу під час лекцій та лабораторних занять.</p> <p><b>Відвідування занять</b> є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідують усі лекції і лабораторні заняття курсу. Активність під час проведення лекцій і лабораторних заохочується балами. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися усіх строків визначених для виконання всіх видів робіт, передбачених курсом. Виконані роботи завантажують у відповідне хмарне сховище. Активність на лекціях і лабораторних враховують при оцінюванні відповідного лабораторного завдання.</p> <p><b>Академічна доброчесність:</b> очікується, що роботи студентів будуть їхнім оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикавання джерел, списування, втручання в роботу інших студентів, здавання чужих комп'ютерних програм як своїх становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі студента є підставою для її не зарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.</p>
<b>Опитування</b>	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано після завершення курсу.

#### Схема курсу

Тиж.	Тема, план	Форма діяльності (заняття)	Література	Завданя, год	Термін виконання
1-2	Тема 1. Формули Гріна. Інтегральне представлення функцій в нерегулярних обмежених та необмежених областях. Потенціали простого та подвійного шару	лекція, самостійна робота	[1,4]	2 12	1 тиждень
	Тема 1. Фундаментальні розв'язки рівняння Лапласа в плоскому та просторовому випадках. Формули стрибка для потенціалів простого та подвійного шару з логарифмічним ядром.	лаб.	[1,4]	4	2 тижні
3-4	Тема 2. Формулювання та коректність граничних задач для рівняння Лапласа. Зовнішня та внутрішня задачі Діріхле для рівняння Лапласа.	лекція, самостійна робота	[1,4]	2 10	1 тиждень

	Тема 2. Властивості гармонійних функцій. Поведінка гармонійних функцій на нескінченності. Аналіз конкретних гармонійних функцій в обмежених та необмежених областях.	лаб.	[1,4]	4	2 тижні
5-6	Тема 3. Метод граничних інтегральних рівнянь. Подання розв'язку граничних задач у вигляді потенціалів простого або подвійного шару.	лекція, самостійна робота	[1,4]	2 9	1 тиждень
	Тема 3. Зведення зовнішньої та внутрішньої задач Діріхле для двовимірного рівняння Лапласа до одновимірних рівнянь першого та другого роду. Конкретні приклади.	лаб.	[1,4]	4	2 тижні
7-8	Тема 4. Задача Діріхле для рівняння Лапласа у випадку розімкнутих поверхонь. Особливості інтегрального подання розв'язку задачі Діріхле для рівняння Лапласа у випадку розімкнутого контура.	лекція, самостійна робота	[1,4]	2 10	1 тиждень
	Тема 4. Зведення задачі Діріхле для рівняння Лапласа у випадку розімкнутої поверхні до інтегрального рівняння. Дво- та одновимірні інтегральні рівняння.	лаб.	[1,4]	4	2 тижні
9-10	Тема 5. Особливості моделювання граничних задач в нерегулярних областях. Додаткові умови коректності моделювання задач математичної фізики в нерегулярних областях	лекція, самостійна робота	[1,4]	2 11	1 тиждень
	Тема 5. Дослідження властивостей потенціалу простого шару з логарифмічною особливістю та його похідних в околі точок нерегулярності границі.	лаб.	[1,4]	4	2 тижні
11-12	Тема 6. Стаціонарна задача теплопровідності на площині із розімкнутим контуром та в просторі з дисковидним включенням.	лекція, самостійна робота	[1,4]	2 12	1 тиждень

	Тема 6. Параметричне задання кривих та поверхонь. Метод колокації розв'язування одно- та двовимірних інтегральних рівнянь із слабкою особливістю.	лаб.	[1,4]	4	2 тижні
13-14	Тема 7. Метод колокації розв'язування одно- та двовимірних інтегральних рівнянь із слабкою особливістю з використанням локальних базисних функцій.	лекція, самостійна робота	[1,4]	2 11	1 тиждень
	Тема 7. Побудова чисельного алгоритму розв'язування одновимірного інтегрального рівняння першого роду з логарифмічною особливістю методом колокації. Модельні приклади.	лаб.	[1,4]	4	2 тижні
15-16	Тема 8. Метод Гальоркіна та метод найменших квадратів розв'язування одно- та двовимірних інтегральних рівнянь із слабкою особливістю. Деякі підходи до наближеного обчислення одно- та двовимірних інтегралів із слабкою особливістю.	лекція, самостійна робота	[1,4]	2 12	1 тиждень
	Тема 8. Побудова чисельного алгоритму розв'язування одновимірного інтегрального рівняння першого роду з логарифмічною особливістю методом Гальоркіна. Модельні приклади.	лаб.	[1,4]	4	2 тижні