

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра прикладної математики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан факультету  
математики і інформатики

Григорій ЖОЛТКЕВИЧ

“ 29 ” 08 2023 р.



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**Комп'ютерне моделювання**

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти другий (магістерський)

галузь знань 11 Математика та статистика

спеціальність 113 – Прикладна математика  
(шифр і назва)

освітня програма прикладна математика  
(шифр і назва)

спеціалізація \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

вид дисципліни обов'язкова  
(обов'язкова / за вибором)

факультет математики і інформатики


2023 / 2024 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою факультету математики і інформатики  
“29” серпня 2023 року, протокол № 8

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: *Духопельников Сергій Володимирович*, канд. тех. наук, доцент  
кафедри прикладної математики.


Програму схвалено на засіданні кафедри Прикладної математики  
Протокол від “28” серпня 2023 року №10

Завідувач кафедри Прикладної математики

 Валерій КОРОБОВ  
(підпис) (прізвище та ініціали)


Програму погоджено з гарантом освітньо-професійної програми (керівником проектної  
групи) Прикладна математика  
назва освітньої програми

Гарант освітньо-професійної програми  
(керівник проектної групи) Прикладна математика

 Світлана ІГНАТОВИЧ  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Програму погоджено з гарантом освітньо-наукової програми (керівником проектної групи)  
Прикладна математика  
назва освітньої програми


Гарант освітньо-наукової програми  
(керівник проектної групи) Прикладна математика

 Валерій КОРОБОВ  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Програму погоджено науково-методичною комісією факультету математики  
і інформатики Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна  
назва факультету, для здобувачів вищої освіти якого викладається навчальна дисципліна

Протокол від “29” серпня 2022 року, протокол № 1

Голова науково-методичної комісії факультету математики і інформатики

 Ольга АНОЩЕНКО  
(підпис) (прізвище та ініціали)

## ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «**Комп'ютерне моделювання**» складена відповідно до освітньо-професійної та освітньо-наукової програм підготовки

\_\_\_\_\_магістр\_\_\_\_\_

спеціальності (напряму) 113 – Прикладна математика

спеціалізації \_\_\_\_\_

### 1. Опис навчальної дисципліни

#### 1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни є надання знань про застосувань методів комп'ютерного моделювання для вирішення деяких задач дифракції з використанням математичних програмних продуктів SciLab та Octave.

#### 1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

Вивчення основних функцій та структур програмних продуктів SciLab та Octave.

Вивчення методу розділення змінних, як одного зі способу побудови адекватної математичної моделі задачі дифракції на нескінченному круговому діелектричному циліндрі.

#### 1.3. Кількість кредитів 3

#### 1.4. Загальна кількість годин 90

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
1-й	-й
Семестр	
1-й	-й
Лекції	
год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
32 год.	год.
Лабораторні заняття	
год.	год.
Самостійна робота	
58 год.	год.
Індивідуальні завдання	
10 год.	

#### 1.6. Заплановані результати навчання

Студенти повинні досягти таких результатів навчання:

**Знати:**

1. Основні функції, оператори, методи мов SciLab та Octave.
2. Постановки граничних задач для рівняння Гельмгольца на колі.
3. Спеціальні функції Бесселя, Неймана, Ханкеля, як фундаментальні розв'язання рівняння Гельмгольца в крузі.
4. Метод розділення змінних розв'язання задачі дифракції на колі.

**Вміти:**

1. Будувати математичну модель дифракції для кола та кільця.
2. Чисельно розв'язувати математичні моделі за допомогою математичних пакетів SciLab, Octave.
3. Аналізувати отримані чисельні результати.
4. Обґрунтовувати збіжність та валідацію отриманих чисельних результатів.

## 2. Тематичний план навчальної дисципліни

### *Розділ 1. Основи математичних програмних продуктів SciLab та Octave*

#### *Тема 1. Введення до програмних продуктів SciLab та Octave*

Ознайомлення з програмами SciLab та Octave. Способи виконання стандартних математичних функцій.

*Тема 2. Побудова функцій в програмах SciLab та Octave для розв'язання еталонних задач.*

Цикли, оператори умовного виконання, матриці. Знаходження розв'язань систем лінійних алгебраїчних рівнянь: побудова власних функцій з використанням методів Крамера та Гауса, використання вбудованих в математичні пакети функцій.

#### *Тема 3. Методи збереження даних та їх візуалізація в програмах SciLab та Octave*

Функція збереження даних save, та її властивості. Побудова графіків та рельєфів: plot, contourf, та їх властивості.

### *Розділ 2. Математична та комп'ютерна моделі дифракції на крузі.*

#### *Тема 4. Рівняння Гельмгольца задачі дифракції на крузі*

Рівняння Гельмгольца задачі дифракції на діелектричному колі, граничні умови Неймана та Діріхле. Умова на нескінченності Зомерфельда.

#### *Тема 5. Метод розділення змінних вирішення граничної задачі дифракції на колі.*

Фундаментальні рішення рівняння Гельмгольца в крузі. Спеціальні функції Бесселя, Неймана, Ханкеля. Ряди Фур'є та метод розділення змінних в граничній задачі дифракції.

*Тема 6. Алгоритмізація математичної моделі та побудова функцій в програмних продуктах SciLab та Octave.*

Реалізація математичної моделі у вигляді побудов функцій в програмах SciLab та Octave.

#### *Тема 7. Візуалізація характеристик задачі дифракції.*

Знаходження характеристик задачі дифракції: поперечник повного розсіяння, поля у ближній зоні. Візуалізація отриманих результатів у вигляді таблиць та графіків.

*Тема 8. Задача дифракції на кільці*

Модифікування побудованої математичної моделі для кола задачі на кільці. Удосконалення комп'ютерної моделі та програми чисельного рішення.

*Тема 9. Аналіз чисельних результатів та їх валідація.*

Аналіз чисельних результатів. Пошук екстремальних точок характеристик. Проведення верифікації та валідації отриманих чисельних результатів, використовуючи перевірку збіжності методу.

### 3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усь ого	у тому числі					усь ого	у тому числі				
л		п	лаб	інд	с. р	л		п	лаб	інд	с. р	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Розділ 1. Основи математичних програмних продуктів SciLab та Octave</b>												
Тема 1. Введення до програмних продуктів SciLab та Octave	6		2			4						
Тема 2. Побудова функцій в програмах SciLab та Octave для розв'язання еталонних задач	8		4			4						
Тема 3. Методи збереження даних та їх візуалізація в програмах SciLab та Octave	8		4			4						
<b>Разом за розділом 1</b>	22		10			12						
<b>Розділ 2. Математична та комп'ютерна моделі дифракції на колі</b>												
Тема 4. Рівняння Гельмгольца задачі дифракції на колі	6		2			4						
Тема 5. Метод розділення змінних розв'язання граничної задачі дифракції на колі	10		2			8						
Тема 6. Алгоритмізація математичної моделі та побудова функцій в програмних продуктах SciLab та Octave	18		6			12						
Тема 7. Візуалізація характеристик задачі дифракції	10		4			6						
Тема 8. Задача дифракції на кільці	16		4			2						
<i>Індивідуальне завдання (ІДЗ)</i>	10					10						
Тема 9. Аналіз	8		4			4						

чисельних результатів та їх валідація											
<b>Разом за розділом 2</b>	<b>68</b>		<b>22</b>			<b>46</b>					
<b>Усього годин</b>	<b>90</b>		<b>32</b>			<b>58</b>					

#### 4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Введення до програмних продуктів SciLab та Octave	2
2	Побудова функцій в програмах SciLab та Octave для розв'язання еталонних задач	4
3	Методи збереження даних та їх візуалізація в програмах SciLab та Octave	4
4	Рівняння Гельмгольца задачі дифракції на колі	2
5	Метод розділення змінних розв'язання граничної задачі дифракції на колі	2
6	Алгоритмізація математичної моделі та побудова функцій в програмних продуктах SciLab та Octave	6
7	Візуалізація характеристик задачі дифракції	4
8	Задача дифракції на кільці	4
9	Аналіз чисельних результатів та їх валідація	4
	<b>Разом</b>	<b>32</b>

#### 5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Виконання домашніх завдань за розділом “Основи математичних програмних продуктів SciLab та Octave”	12
2	Виконання домашніх завдань та індивідуального завдання за розділом “Математична та комп'ютерна моделі дифракції на колі”	46
	<b>Разом</b>	<b>58</b>

#### 6. Індивідуальні завдання

*Побудова комп'ютерної моделі задачі дифракції на кільці. Та реалізація її в програмі SciLab чи Octave.*

#### 7. Методи навчання

Використовуються пояснювально-ілюстративний (лекції і практичні заняття), репродуктивний (виконання домашніх завдань) і частково-пошуковий (розрахунково-графічна робота) методи.

#### 8. Методи контролю

Перевірка виконання домашніх завдань, поточне опитування за лекційним матеріалом, перевірка індивідуального (розрахунково-графічного) завдання; перевірка залікової роботи.

## 9. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання					Залікова робота	Сума
Розділ 1	Розділ 2	Контрольна робота, передбачена навчальним планом	Індивідуальне завдання	Разом		
T1-T3	T4-T9					
10	30	---	20	60	40	100

Для допуску до складання підсумкового контролю (заліку) здобувач вищої освіти повинен набрати не менше 10 балів з навчальної дисципліни під час поточного контролю, самостійної роботи, індивідуального завдання.

### Шкала оцінювання (дворівнева)

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка
50-100	зараховано
1-49	не зараховано

### Критерії оцінювання

**Поточний контроль:** бали нараховуються за виконання домашніх завдань, до 10 балів за перший розділ та 30 балів за другий, і активність під час практичних занять.

**Індивідуальне завдання** містить складається з двох частин. Перше завдання побудова математичної моделі, друге – реалізація її в програмному коді та проведення розрахунків за допомогою програми.

1. Перше завдання вимагає повного та обґрунтованого розв'язку. Завдання оцінюється у 5 бали. Якщо при виконанні завдання отриманий частковий розв'язок (відповідь без достатнього обґрунтування), оцінюється в 3 бал.

2. Друге завдання вимагає написання програмного коду, проведення розрахунків та обґрунтування отриманих результатів оцінюється у 15 бали. Якщо при виконанні завдання отриманий частковий результат (отримана програма, без кінцевих обрахунків) відповідний пункт оцінюється в 5 балів. Якщо при виконанні завдання отримані вірні обрахунки без обґрунтування отриманих результатів, відповідний пункт оцінюється в 10 балів. Незначні технічні помилки (арифметичного характеру) не впливають на оцінку, якщо вони не привели до неправильних якісних висновків.

**Залікова робота** складається з двох завдань і передбачає письмову відповідь на одне питання зі списку, який надається студентам заздалегідь, а також розв'язання однієї задачі. Задача оцінюється максимально 20 балами та теоретичне питання зі списку максимально 20 балами.

По кожному завданню нараховується:

- максимальний бал у разі правильної обґрунтованої відповіді,
- за незначні та за арифметичні помилки оцінка зменшується від 10 до 30 відсотків,
- за значні логічні помилки оцінка зменшується до 50 відсотків, якщо хід розв'язання в цілому правильний,
- у разі частково вірних міркувань за відсутності обґрунтованої відповіді виставляється до 30 відсотків від максимальної кількості балів,

- розв'язання не відповідає жодному з критеріїв, які сформульовані вище – виставляється 0 балів.

## 10. Рекомендована література

### Основна література

1. В.Г. Бондаренко Рівняння математичної фізики: [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 124 «системний аналіз» /. В.Г.Бондаренко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018, 100 с.  
[https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/31956/1/RivnMatFiz\\_Posibnyk.pdf](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/31956/1/RivnMatFiz_Posibnyk.pdf)
2. В. Й. Сугаков, Теоретична фізика. Електродинаміка, Київ, Вища школа, 1974.
3. J. D. Jackson Classical Electrodynamics, Third Edition Wiley; 3 edition 1998.
4. Octave/Matlab Tutorial: / Kai Arras. – Social Robotics Lab. Uni. Freiburg, p.111, 2009.  
<http://ais.informatik.uni-freiburg.de/teaching/ws11/robotics2/pdfs/rob2-03-octave.pdf>
5. Introduction to Octave: / Dr. P.J.G.Long. – Department of Engineering, University of Cambridge.  
<http://www-h.eng.cam.ac.uk/help/programs/octave/tutorial/>
6. Octave: / AIMSWiki, GNU Free Documentation.[Електронний ресурс] 2006.  
<http://web.archive.org/web/20070607162216/http://www.aims.ac.za/wiki/index.php/Octave>
7. Programming in Scilab: / Michael Baudin. [Електронний ресурс] p.155. 2011  
[https://forge.scilab.org/index.php/p/docprogscilab/downloads/get/progscilab-v.0.10\\_en.pdf](https://forge.scilab.org/index.php/p/docprogscilab/downloads/get/progscilab-v.0.10_en.pdf)
8. Scilab forvery beginners: / Christine Gomez. Scilab Enterprises S.A.S. p.33. 2013.  
[https://www.scilab.org/sites/default/files/Scilab\\_beginners.pdf](https://www.scilab.org/sites/default/files/Scilab_beginners.pdf)

### Допоміжна література

1. A.V. Boriskin, A.I. Nosich, "Whispering-gallery and Luneburg lens effects in a beam-fed circularly-layered dielectric cylinder," IEEE Trans. Antennas and Propagation, vol. 50, no 9, pp. 1245-1249, 2002.
2. D.O. Yevtushenko, S.V. Dukhopelnykov, A.I. Nosich, "Optical diffraction radiation from a dielectric and a silver nanowireex cited by a modulated electron beam", Optical and Quantum Electronics, vol. 51, no 1, art. no 29, 2019.

## 11. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. <https://www.gnu.org/software/octave/>
2. [www.scilab.org](http://www.scilab.org)