

ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені ІВАНА ФРАНКА

**Кафедра експериментальної фізики**

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

Декан фізичного факультету

\_\_\_\_\_ проф. Якібчук П.М.

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2020 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Чисельні методи**

Галузь знань: **10 Природничі науки**

Спеціальність: **104 Фізика та астрономія**

Спеціалізація: **Комп’ютерна фізика**

Освітньо-кваліфікаційний рівень: **бакалавр**  
фізичний факультет

2020-2021 навчальний рік

Робоча програма “Чисельні методи” для студентів

спеціальності **104 Фізика та астрономія** фізичного факультету.

Розробник:

*Вістовський В.В.*, доктор фізико-математичних наук, професор кафедри експериментальної фізики.

Протокол від “26” червня 2020 року № 15

Завідувач кафедри експериментальної фізики

\_\_\_\_\_ ( Волошиновський А.С. )  
(підпис) (прізвище та ініціали)

“26” червня 2020 року

Схвалено Вченою радою фізичного факультету

Протокол від “ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2020 року № \_\_\_

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2020 року

Голова \_\_\_\_\_ (Якібчук П.М.)  
підпис (прізвище та ініціали)

## 1. Опис навчальної дисципліни

**(Витяг з робочої програми навчальної дисципліни “Чисельні методи”)**

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		<i>денна форма навчання</i>	
Кількість кредитів – 4,0	галузь знань: 10 природничі науки	Нормативна	
Модулів – 1	Спеціальність: 104 Фізика та астрономія	<i>Рік підготовки:</i> 3-й	
Змістових модулів – 2	Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр	<i>Семестр</i> 6-й	
Загальна кількість годин – 120		<i>Лекції</i> 32 год.	
Тижневих годин для денної форми навчання: <i>Аудиторних:</i> VI семестр – 4 <i>Самостійної роботи студента:</i> VI семестр – 3,5		<i>Практичні</i> -	
		<i>Лабораторні</i> 32 год.	
		<i>Самостійна робота</i> 56 год.	
		<i>Вид контролю:</i> залік	

## **2. Мета та завдання навчальної дисципліни**

Курс «**Чисельні методи**» є нормативною дисципліною циклу фундаментальних і професійно-орієнтованих дисциплін підготовки по спеціальності 104 Фізика та астрономія (спеціалізації «Комп'ютерна фізика») та є базовим для ряду спеціальних курсів.

**Мета:** одержання студентами знань і практичних навичок алгоритмізації, створення, налагодження та тестування програм для розв'язання фахових задач на комп'ютері. Велика увага приділяється сучасним технологіям проведення наукових розрахунків із використанням програмного пакету MatLab.

**Завдання:** навчити студентів самостійно створювати, налагоджувати та тестувати програми комп'ютерного моделювання фізичних процесів і систем.

В результаті вивчення даного курсу студент повинен

**знати** основні принципи програмування в середовищі MatLab, чисельні методи обробки даних, підходи до розв'язання фізичних задач чисельними методами;

**вміти:** самостійно складати алгоритми програм для чисельного розв'язання задач, які розглядаються в даному курсі.

Значна частина навчальних годин курсу відведена на самостійне опрацювання. Самостійна робота студентів містить: підготовку до аудиторних занять (лекцій, лабораторних тощо); виконання відповідних завдань із навчальної дисципліни протягом семестру; самостійну роботу з окремих тем навчальної дисципліни; підготовку до всіх видів контрольних випробувань, у тому числі до модульних і комплексних контрольних робіт; участь у студентських наукових гуртках, семінарах, конференціях тощо.

## **3. Програма навчальної дисципліни**

### **МОДУЛЬ 1**

#### **Змістовий модуль 1. Розрахунки та програмування в середовищі MatLab**

##### **Вступ**

Задачі курсу. Термінологія. Література. Порядок виконання лабораторного практикуму. Становище із видами забезпечень курсу: технічним, інформаційним, математичним, програмним і методичним.

##### **Тема 1. Основи проведення розрахунків в середовищі MatLab**

1. Робота з оболонкою програми.
2. Прості обчислення в MatLab.
3. Типи даних.
4. Елементарні математичні функції.
5. Матриці і вектори.
6. Функції для роботи з векторами.

##### **Тема 2. Візуалізація даних, програмування та аналітичні розрахунки в MatLab**

7. Графічні засоби MatLab.
8. Синтаксис та структура програм.
9. Скрипти і функції.
10. Оператори розгалуження.
11. Цикли.
12. Аналітичні розрахунки в MatLab.

## **Змістовий модуль 2. Чисельні методи**

### **Тема 1. Чисельне диференціювання**

13. Різницева апроксимація 1-ї похідної.
14. Похибки різницевої апроксимації похідної.
15. Некоректність чисельного диференціювання.
16. Регуляризація по кроку.
17. Різницева апроксимація 2-ї похідної.
18. Багатоточкові апроксимації похідних.

### **Тема 2. Звичайні дифрівняння (ЗДР). Задачі Коші.**

19. Задача Коші.
20. Різницеві схеми Ейлера.
21. Схеми Рунге-Кутти.
22. Багатокроковий алгоритм Адамса-Бешфорта.
23. Неявний алгоритм «предіктор-коректор».

### **Тема 3. Жорсткі ЗДР та їхні системи**

24. Жорсткі системи ЗДР.
25. Алгоритми розв'язування жорстких ЗДР.

### **Тема 4. Звичайні дифрівняння. Крайові задачі.**

26. Постановка крайових задач.
27. Алгоритм пристрілки.
28. Різницеві схеми.

### **Тема 5. Задачі на власні значення.**

29. Постановка задачі на власні значення.
30. Рівняння коливальних струн.
31. Рівняння Шредінгера

### **Тема 6. Дифрівняння в частинних похідних**

32. Постановка задачі.
33. Різницеві схеми розрахунків.
34. Явна різницева схема Ейлера.
35. Неявна схема Ейлера.
36. Алгоритм прогонки.

### **Тема 7. Обернені задачі**

37. Клас обернених задач.
38. Некоректні задачі
39. Регуляризація.

### **Тема 8. Фізичні задачі які розв'язуються чисельними методами**

40. Задачі деконволюції.
41. Регуляризація Тихонова.

### **Тема 9. Динамічні системи**

42. Опис динамічних систем
43. Атрактори
44. Алгоритми пошуку атракторів
45. Стійкість атракторів
46. Біфуркації

#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Денна форма					
	Усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	ср
1	2	3	4	5	6	7
<b>МОДУЛЬ 1</b>						
<b>Змістовий модуль 1. Розрахунки та програмування в середовищі MatLab</b>						
Тема 1. Основи проведення розрахунків в середовищі MatLab	8	2		2		4
Тема 2. Візуалізація даних, програмування та аналітичні розрахунки в MatLab	14	4		4		6
<i>Разом – зм. модуль 1</i>	<b>22</b>	<b>6</b>		<b>6</b>		<b>10</b>
<b>Змістовий модуль 2. Методи чисельного розв'язування фізичних задач</b>						
Тема 1. Чисельне диференціювання	14	4		4		6
Тема 2. Звичайні дифрівняння (ЗДР). Задачі Коші.	14	4		4		6
Тема 3. Жорсткі ЗДР та їхні системи	8	2		2		4
Тема 4. Звичайні дифрівняння. Крайові задачі.	10	2		4		4
Тема 5. Задачі на власні значення.	8	2		2		4
Тема 6. Дифрівняння в частинних похідних.	14	4		4		6
Тема 7. Обернені задачі.	8	2		2		4
Тема 8. Фізичні задачі які розв'язуються чисельними методами.	10	2		2		6
Тема 9. Динамічні системи	12	4		2		6
<i>Разом – зм. модуль 2</i>	<b>98</b>	<b>26</b>		<b>26</b>		<b>46</b>
<b>Усього годин за III семестр</b>	<b>120</b>	<b>32</b>		<b>32</b>		<b>56</b>
<b>Усього годин</b>	<b>120</b>	<b>32</b>		<b>32</b>		<b>56</b>

#### 5. Темі семінарських занять

Семінарських занять в курсі не передбачено.

#### 6. Темі практичних занять

Практичні заняття в курсі не передбачені.

#### 7. Темі лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
<b>III семестр</b>		
1.	Робота з MatLab в режимі наукового калькулятора	2
2.	Візуалізація даних та аналітичні обчислення в MatLab	2
3.	Програмування в середовищі MatLab	2
4.	Чисельне диференціювання	4
5.	Різницеві схеми Ейлера для розв'язку задач Коші.	4
6.	Алгоритми Адамса-Бешфорта і Рунге-Кутти	2

7.	Дифривняння вищих порядків та системи дифривнянь	2
8.	Жорсткі дифривняння	2
9.	Крайові задачі. Алгоритм пристрілки.	2
10	Крайові задачі. Різницеві схеми.	2
11	Дифривняння в частинних похідних.	4
12	Деконволюція кінетики загасання люмінесценції.	2
13	Динамічні системи	2
	<b>Разом</b>	<b>32</b>

## *8. Самостійна робота*

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
<b>I семестр</b>		
1.	Інтегроване середовище MatLab.	8
2.	Засоби візуалізації MatLab.	8
3.	Символьні розрахунки.	8
4.	Розв'язування СЛАР методом прогонки	8
5.	Чисельне розв'язування рівняння Шредінгера. Частина в потенціальній ямі із нескінченно високими стінками з наявності ненульового потенціалу.	6
6.	Чисельне розв'язування рівняння Шредінгера. Частина в потенціальній ямі скінченної глибини.	6
7.	Корекція оптичних спектрів	6
8.	Обробка двомірних зображень методом деконволюції	6
	<b>Разом:</b>	<b>56</b>

## *10. Методи контролю*

Контроль засвоєння матеріалу включає:

оцінювання виконання лабораторних робіт (60 балів), заліковий тест — 40 балів. Сумарна оцінка за семестр виставляється за 100-бальною шкалою.

## *11. Розподіл балів, що присвоюються студентам*

*Розподіл балів, які отримують студенти*

Поточне тестування та самостійна робота		Підсумковий тест (залік)	Сума
Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2		
Лаб.	Лаб.	40	100
10	50		

### Шкала оцінювання: Університету, національна та ECTS

Оцінка в балах	Оцінка ECTS	Визначення	За національною шкалою	
			Екзаменаційна оцінка, оцінка з диференційованого заліку	Залік
90–100	<b>A</b>	<i>Відмінно</i>	<i>Відмінно</i>	<i>Зараховано</i>
81-89	<b>B</b>	<i>Дуже добре</i>	<i>Добре</i>	
71-80	<b>C</b>	<i>Добре</i>		
61-70	<b>D</b>	<i>Задовільно</i>	<i>Задовільно</i>	
51-60	<b>E</b>	<i>Достатньо</i>		

### 12. Методичне забезпечення

1. Хвищун І.О. Програмування і математичне моделювання: Підручник. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007. – 544 с.

### 13. Рекомендована література

#### Базова

1. Ануфриев И.Е., Смирнов А.Б, Смирнова Е.Н. MatLab 7.0, СПб: БХВ, 2005. – 1101 с.
2. Д.В. Кирьянов, Е.Н. Кирьянова. Вычислительная физика. М.: Полибук Мультимедиа, 2006. – 352 с.
3. Д.В. Кирьянов. Вычислительная математика. <http://www.keldysh.ru/comma/>.
4. Калиткин Н.Н. Численные методы. М.: Наука, 1978.
5. Дияк І.І. Пропедевтика прикладного програмування. К.: 1994. – 176 с.
6. Козин А.С., Лященко Н.Я. Вычислительная математика: Пособие для факультативных занятий в 10 класс -К.: Рад. Школа, 1983. – 191 с.
7. Шрюфер Е. Обробка сигналів: Цифрова обробка дискретизованих сигналів: Підручник. – К.: Либідь, 1992. – 296 с.
8. Тихонов А. Н., Самарский А. А. М.: Наука, 1977. – 728 с.

#### Допоміжна

1. Пытьев Ю.П. Методы анализа и интерпретации эксперимента. М.: МГУ, 1990.
2. Анищенко В.С. Сложные колебания в простых системах. М.: Наука, 1990
3. Каханер Д., Моулер К., Неш С. Численные методы и программное обеспечение. Пер. с англ. – М.: Мир 1998. – 575 с.
4. Д.Каханер, К.Моулер, С.Нэш. Численные методы и программное обеспечение. М.: Мир, 2001.
5. Кунин С. Вычислительная физика. Пер. с англ. М.: Мир, 1992.
6. Федоренко Р.П. Введение в вычислительную физику. М.: МФТИ, 1984

### 14. Інформаційні ресурси

1. <http://www.polybook.ru/comma/>
2. [www.znannya.org](http://www.znannya.org).