

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра квантової радіофізики

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Проректор з науково-педагогічної  
роботи

\_\_\_\_\_

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 р.

Робоча програма навчальної дисципліни

**МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В ФІЗИЦІ**

(назва навчальної дисципліни)

спеціальність (напрямок) 105 Прикладна фізика та наноматеріали

факультет радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем

2017 / 2018 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем

Протокол від “ 21 ” 06 2017 року, № 6

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: (вказати авторів, їхні наукові ступені, вчені звання та посади)

Доктор фіз.-мат наук, професор, професор кафедри квантової радіофізики

Кокодій Микола Григорович

Програму схвалено на засіданні кафедри квантової радіофізики

Протокол від “ 21 ” 06 2017 року № 10

Завідувач кафедри квантової радіофізики

\_\_\_\_\_ проф. Маслов В.О.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Програму погоджено методичною комісією

факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем

Протокол від “ 16 ” 06 2017 року № 6

Голова методичної комісії факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем

\_\_\_\_\_ (проф. Черногор Л. Ф.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

## ВСТУП

Програма навчальної дисципліни “ Математичне моделювання в фізиці ” складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки

магістр  
(назва рівня вищої освіти, освітньо-кваліфікаційного рівня)

спеціальності (напрямку) 105 Прикладна фізика та наноматеріали

спеціалізації квантова радіофізика та фотоніка

### 1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни  
Знайомство з методами математичного комп'ютерного моделювання фізичних процесів

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни  
Знайомство з комп'ютерними математичними програмами і їх застосуванням для вивчення фізичних процесів і їх моделювання

1.3. Кількість кредитів - 4

1.4. Загальна кількість годин - 120

1.5. Характеристика навчальної дисципліни
Нормативна
Денна форма навчання
Рік підготовки
1-й
Семестр
2-й
Лекції
48 год.
Практичні заняття
16 год.
Лабораторні заняття
-
Самостійна робота
56 год.
Індивідуальні завдання
-

## 1.6. Заплановані результати навчання

Студенти повинні:

**знати:** принципи математичного моделювання фізичних процесів;

**вміти:** користуватись комп'ютерними математичними програмами для моделювання фізичних процесів (проведення числових експериментів)

## 2. Тематичний план навчальної дисципліни

*Розділ 1. Робота з комп'ютерною математичною програмою*

*Тема 1. Математичне моделювання та чисельний експеримент.*

Зміст: Застосування математичного моделювання фізичних процесів в наукових дослідженнях. Чисельний експеримент, його особливості та значення.

*Тема 2. Комп'ютерні математичні програми. Прості обчислення.*

Зміст: Особливості сучасних математичних програм. Перші кроки в освоєнні програми.

*Тема 3. Побудова плоских та об'ємних графіків. Графічне та чисельне розв'язання рівнянь. Розв'язання систем рівнянь.*

Зміст: Побудова графіків. Аналіз графіків на характерні точки. Розв'язання рівнянь.

*Тема 4. Робота з масивами даних. Інтерполяція даних.*

Зміст: Одновимірні та багатовимірні масиви даних. Робота з матрицями. Побудова графіків. Методи інтерполяції – лінійна, сплайнова.

*Тема 5. Згладжування даних. Метод найменших квадратів (регресія).*

Зміст: Методи згладжування даних. Необхідність згладжування. Особливості цього процесу. Методи регресії – лінійні та нелінійні.

*Тема 6. Диференціювання та інтегрування числових даних.*

Зміст: Обчислення похідних різних порядків. Інтегрування даних. Особливості різних методів обчислювання інтегралів.

*Тема 7. Розв'язання диференціальних рівнянь.*

Зміст: Звичайні диференціальні рівняння. Їх розв'язання комп'ютерними методами. Рівняння в часткових похідних.

*Тема 8. Випадкові числа. Метод Монте-Карло.*

Зміст: Застосування випадкових чисел в математичних дослідженнях. Генератор випадкових чисел. Моделювання фізичних процесів за допомогою випадкових чисел – броунівський рух, проліт елементарних частинок через речовину, відбиття світла від шершавої поверхні.

*Розділ 2. Математичне моделювання фізичних процесів і явищ*

*Тема 1. Механіка та механічні коливання.*

Зміст. Моделювання руху тіл та коливальних систем – вільних та вимушених коливань. Складання коливань. Хвильові процеси.

*Тема 2. Молекулярно-кінетична теорія газів.*

Зміст. Розподіл молекул за швидкостями (розподіл Максвелла). Розподіл молекул за енергіями (розподіл Больцмана). Залежність тиску повітря від висоти над поверхнею Землі.

*Тема 3. Броунівський рух.*

Зміст. Моделювання одно- та двовимірного руху частинки за допомогою генератора випадкових чисел.

*Тема 4. Теплопередача. Теплові процеси при нагріванні та охолодженні тіл.*

Зміст. Теплопровідність, конвекція, теплове випромінювання. Моделювання процесів поширення тепла в тілах.

*Тема 5. Постійний електричний струм. Змінний електричний струм.*

Зміст. Протікання струму через резистори, конденсатори та індуктивності. Електричний коливальний контур. Затухання струму в контурі. Електричний резонанс.

*Тема 6. Спектральний аналіз електричних сигналів.*

Зміст. Пряме та зворотне перетворення Фур'є. Моделювання проходження сигналів через електричні фільтри. Виділення сигналу з шумів.

*Тема 7. Геометрична оптика.*

Зміст. Закони відбиття та заломлення світла. Моделювання проходження променів світла через середовище. Дисперсія світла. Формули Френеля. Поляризація світла при відбитті від границі розділу середовищ.

*Тема 8. Фізична оптика.*

Зміст. Інтерференція та дифракція світла. Моделювання дифракційних картин при взаємодії світла з різними об'єктами.

*Тема 9. Випромінювання нагрітих тіл.*

Зміст. Моделювання спектру випромінювання нагрітого тіла.

*Тема 10. Атомна фізика.*

Зміст. Моделювання досліду Резерфорда. Моделювання процесів розпаду атомного ядра. Радіоактивний розпад. Ланцюгова ядерна реакція.

### 3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
л		п	лаб.	інд.	с. р.	
1	2	3	4	5	6	7
<b>Розділ 1. Робота з комп'ютерною математичною програмою</b>						
Тема 1. Математичне моделювання та чисельний експеримент.	1	1				
Тема 2. Комп'ютерні математичні програми. Прості обчислення.	4	2				2
Тема 3. Побудова плоских та об'ємних графіків. Графічне та чисельне розв'язання рівнянь. Розв'язання систем рівнянь.	10	4	2			4
Тема 4. Робота з масивами даних. Інтерполяція даних.	8	3	2			3
Тема 5. Згладжування даних. Метод найменших квадратів (регресія).	9	4	2			3
Тема 6. Диференціювання та інтегрування числових даних.	5	2				3
Тема 7. Розв'язання диференціальних рівнянь.	6	3				3
Тема 8. Випадкові числа. Метод Монте-Карло.	9	3	2			4
<b>Разом за розділом 1</b>	<b>52</b>	<b>22</b>	<b>8</b>			<b>22</b>

<b>Розділ 2. Математичне моделювання фізичних процесів і явищ</b>						
Тема 1. Механіка та механічні коливання.	7	2	2			3
Тема 2. Молекулярно-кінетична теорія газів.	8	3	2			3
Тема 3. Броунівський рух.	8	3	2			3
Тема 4. Теплопередача. Теплові процеси при нагріванні та охолодженні тіл.	6	3				3
Тема 5. Постійний електричний струм Змінний електричний струм.	7	3				4
Тема 6. Спектральний аналіз електричних сигналів.	9	3	2			4
Тема 7. Геометрична оптика.	6	2				4
Тема 8. Фізична оптика.	7	3				4
Тема 9. Випромінювання нагрітих тіл.	5	2				3
Тема 10. Атомна фізика.	5	2				3
<b>Разом за розділом 2</b>	<b>68</b>	<b>26</b>	<b>8</b>			<b>34</b>
<b>Усього годин</b>	<b>120</b>	<b>48</b>	<b>16</b>			<b>56</b>

#### 4. Темі практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
<b>Розділ 1. Робота з комп'ютерною математичною програмою</b>		
1	Тема 3. Побудова плоских та об'ємних графіків. Графічне та чисельне розв'язання рівнянь. Розв'язання систем рівнянь.	2
2	Тема 4. Робота з масивами даних. Інтерполяція даних.	2
3	Тема 5. Згладжування даних. Метод найменших квадратів (регресія).	2
4	Тема 8. Випадкові числа. Метод Монте-Карло.	2
<b>Розділ 2. Математичне моделювання фізичних процесів і явищ</b>		
1	Тема 1. Механіка та механічні коливання.	2
2	Тема 2. Молекулярно-кінетична теорія газів.	2
3	Тема 3. Броунівський рух.	2
4	Тема 6. Спектральний аналіз електричних сигналів.	2
<b>Разом</b>		<b>16</b>

#### 5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
<b>Розділ 1. Робота з комп'ютерною математичною програмою</b>		
1	Тема 2. Комп'ютерні математичні програми. Прості обчислення.	2
2	Тема 3. Побудова плоских та об'ємних графіків. Графічне та чисельне розв'язання рівнянь. Розв'язання систем рівнянь.	4
3	Тема 4. Робота з масивами даних. Інтерполяція даних.	3
4	Тема 5. Згладжування даних. Метод найменших квадратів (регресія).	3

5	Тема 6. Диференціювання та інтегрування числових даних.	3
6	Тема 7. Розв'язання диференціальних рівнянь.	3
7	Тема 8. Випадкові числа. Метод Монте-Карло.	4
<b>Розділ 2. Математичне моделювання фізичних процесів і явищ</b>		
8	Тема 1. Механіка та механічні коливання.	3
9	Тема 2. Молекулярно-кінетична теорія газів.	3
10	Тема 3. Броунівський рух.	3
11	Тема 4. Теплопередача. Теплові процеси при нагріванні та охолодженні тіл.	3
12	Тема 5. Постійний електричний струм Змінний електричний струм.	4
13	Тема 6. Спектральний аналіз електричних сигналів.	4
14	Тема 7. Геометрична оптика.	4
15	Тема 8. Фізична оптика.	4
16	Тема 9. Випромінювання нагрітих тіл.	3
17	Тема 10. Атомна фізика.	3
<b>Разом</b>		<b>56</b>

### 6. Індивідуальні завдання

Індивідуальних занять не заплановано

### 7. Методи контролю

По кожному розділу проводиться письмова контрольна робота, яка оцінюється в відповідних балах.

### 8. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, курсова робота																			Разом	Екзамен	Сума
Розділ 1								Розділ 2											70	30	100
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10				
-	3	5	4	4	4	5	5	3	3	6	5	5	5	3	4	3	3				
Разом за розділ 1 - 30								Разом за розділ 2 - 40													

T1, T2 ... – теми розділів.

### Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	для екзамену	для заліку
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

## 9. Рекомендована література

### Основна література

1. Математичне моделювання у фізиці: Підручник для студентів вищих навчальних закладів / А.В.Дегтярьов, М.Г.Кокодій, В.О.Маслов, В.А.Свіч. – Х.: ХНУ імені В.Н.Каразіна, 2011. – 388 с.
2. Гулд Х., Тобочник Я. Компьютерное моделирование в физике (в 2-х частях). – М.: Мир, 1990.
3. Любарский Г.Я., Слабостицкий Р.П., Хажмуратов М.А., Адушкина Р.И. Математическое моделирование и эксперимент. – Киев: Наукова думка, 1987. – 160 с.
4. Бурсиан Э.В. Задачи по физике для компьютера. – М.: Просвещение, 1991. – 256 с.
5. Поршнев С.В. Компьютерное моделирование физических процессов с использованием пакета MATHCAD. Учебное пособие. – М.: Горячая линия-Телеком, 2002. – 252 с.

### Допоміжна література

6. Математическое моделирование / Под ред. Дж. Эндрюса и Р. Мак-Лоуна. – М.: Мир, 1979. – 277 с.
7. Шенк Х. Теория инженерного эксперимента. – М.: Мир, 1972. – 381 с.
8. ЭВМ в курсе общей физики / Под ред. А.Н.Матвеева, М.: Изд-во МГУ, 1982. – 230 с.
9. Дьяконов В.П. MATHCAD 2001: учебный курс. – СПб.: Питер, 2001. – 624 с.
10. Фриск В.В. Основы теории цепей. Лабораторный практикум на персональном компьютере. – М.: СОЛОН-Пресс, 2002. – 192 с.
11. Джермен М. Количественная биология в задачах и примерах. – М.: Мир, 1972. – 151 с.
12. Варфоломеев С.Д., Гуревич К.Г. Биокинетика. Практический курс. – М.: ФАИР-ПРЕСС, 1999. – 720 с.
13. Гетьманова О.Е., Захарченко В.Ф., Лесная С.Н., Семенец В.В. Классическая механика. Моделирование процессов с помощью математической системы MATHCAD. Методические указания. – Харьков: ХТУРЭ, 1998. – 52 с.
14. Семенец В.В., Гетьманова О.Е., Захарченко В.Ф., Лесная С.Н. Электродинамика. Оптика. Моделирование процессов с помощью математической системы MATHCAD. Методические указания. – Харьков: ХТУРЭ, 1999. – 52 с.
15. Гетьманова О.Е., Захарченко В.Ф., Лесная С.Н., Семенец В.В. Квантовая физика. Моделирование процессов с помощью математической системы MATHCAD. Методические указания. – Харьков: ХТУРЭ, 1998. – 40 с.
16. Турчак Л.И. Основы численных методов. – М.: Наука, 1987. – 320 с.
17. Дьяконов В.П. Математическая система MAPLE V R3/R4/R5. – М.: СОЛОН, 1998. – 399 с.
18. Соболев И.М. Метод Монте-Карло. – М.: Наука, 1985. – 80 с.
19. Самарский А.А., Михайлов А.П. Компьютеры и жизнь: (Математическое моделирование). – М.: Просвещение, 1987. – 128 с.



**10. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції,  
інше методичне забезпечення**

<http://gen.lib.rus.ec/>

<http://window.edu.ru>

<http://elib.fksu.ru/index.php/book>

<http://ebookey.com>

[www.vargin.mephi.ru](http://www.vargin.mephi.ru)