

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра квантової радіофізики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан факультету радіофізики,
біомедичної електроніки та
комп'ютерних систем



Сергій ШУЛЬГА

“ 28 ” червня 2024 р.

Робоча програма навчальної дисципліни

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В ІТ ІНЖЕНЕРІЇ

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти Перший (бакалаврський)

галузь знань 10 Природничі науки
(шифр і назва)

спеціальність 105 Прикладна фізика та наноматеріали
(шифр і назва)

освітня програма Радіофізика, біофізика та комп'ютерні системи
(шифр і назва)

спеціалізація _____
(шифр і назва)

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

факультет радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем

2024 / 2025 навчальний рік

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


“ 24 ” червня 2024 року, протокол від № 6

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ: Кокодій Микола Григорович, доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри квантової радіофізики

Програму схвалено на засіданні кафедри квантової радіофізики


Протокол від “ 20 ” червня 2024 року № 11

Завідувач кафедри квантової радіофізики


_____ Вячеслав МАСЛОВ
(підпис) (прізвище та ініціали)

Програму погоджено з гарантом освітньої (професійної/наукової) програми (керівником проектної групи) _____
Радіофізика, біофізика та комп'ютерні системи
назва освітньої програми

Гарант освітньої (професійної/наукової) програми
(керівник проектної групи) _____ Олександр БУТРИМ


_____ Олександр БУТРИМ
(підпис) (прізвище та ініціали)

Програму погоджено методичною комісією
факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем

Протокол від “ 24 ” червня 2024 року № 6

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


_____ Олександр БУТРИМ
(підпис) (прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни Математичне моделювання в ІТ інженерії
складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки

бакалавр

(назва рівня вищої освіти, освітньо-кваліфікаційного рівня)

спеціальності) 105 Прикладна фізика та наноматеріали

спеціалізації

Основою курсу «Математичне моделювання в ІТ інженерії» є методи моделювання експерименту, і одержання достовірної інформації про фізичні явища, які досліджуються.

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.

Компетентності, що забезпечуються дисципліною:

- Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. (ЗК-1)
- Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.(ЗК-2)
- Здатність спілкуватися іноземною мовою.(ЗК-4)
- Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій. (ЗК-5)
- Здатність проведення досліджень на відповідному рівні. (ЗК-6)
- Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями. (ЗК-7)
- Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. (ЗК-8)
- Здатність працювати в команді. (ЗК-9)
- Навички міжособистісної взаємодії. (ЗК-10)
- Здатність працювати автономно. (ЗК-11)
- Здатність брати участь у обробленні та оформленні результатів експерименту. (ФК-6)
- Здатність брати участь в роботі колективів виконавців, у тому числі у міждисциплінарних проектах. (ФК-7)
- Здатність брати участь у формуванні запитів щодо матеріально-технічного забезпечення досліджень. (ФК-8)
- Здатність до постійного поглиблення знань в галузі прикладної фізики, інженерії та комп'ютерних систем. (ФК-9)
- Здатність використовувати знання про фізичну природу об'єктів у роботах по створенню нових приладів, апаратури, обладнання, матеріалів і речовин, зокрема, наноматеріалів. (ФК-12)
- Здатність брати участь у роботах зі складання наукових звітів та у впровадженні результатів проведених досліджень та розробок. (ФК-13)

1.3. Кількість кредитів - 3

1.4. Загальна кількість годин – 90

1.5. Характеристика навчальної дисципліни
Обов'язкова
Денна форма навчання
Рік підготовки
4-й
Семестр
1-й
Лекції
32 год.
Практичні заняття
-
Лабораторні заняття
16
Самостійна робота
42 год.
Індивідуальні завдання
-
Контрольні роботи
-

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)

1. Показувати знання в галузі сучасної прикладної фізики та математики.
2. Показувати знання в галузі професійної діяльності, технологій та методів дослідження властивостей речовин і матеріалів.
3. Знаходити науково-технічну інформацію з різних джерел з використанням сучасних інформаційних технологій.
4. Обговорювати та знаходити рішення проблем і завдань при виконанні науково-технічних проєктів.
5. Застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, приладів і наукоємних технологій.
6. Розробляти фізичні основи створення нових приладів, апаратури, обладнання, матеріалів, речовини, технологій.
7. Вибирати методи та інструментальні засоби проведення досліджень.
8. Класифікувати та аналізувати інформацію з різних джерел.

Програмні результати навчання, що забезпечуються дисципліною.

- Знаходити науково-технічну інформацію з різних джерел з використанням сучасних інформаційних технологій. (ПРН-3)
- Показувати знання іноземної мови. (ПРН-4)
- Застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, приладів і наукоємних технологій. (ПРН-7)

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Механіка, коливання, хвилі, гази, рідини, тверді тіла, теплові процеси

Тема 1. Механіка руху. Рух тіла, кинутого під кутом до горизонту. Рух тіла з урахуванням опору середовища. Формула Стокса. Рух тіла з великою швидкістю. Моделювання руху кулі (снаряда) в атмосфері з урахуванням зміни температури і тиску повітря. Рух олівця, який падає.

Тема 2. Рівняння руху. Рівняння руху тіла зі змінною масою (космічний корабель з ракетним двигуном). Рівняння руху космічного корабля з двигуном зі змінною тягою (сонячне вітрило, яке використовує тиск світла).

Тема 3. Коливання. Нелінійне рівняння руху математичного маятника. Залежність періоду коливань від амплітуди. Наближене аналітичне рішення. Чисельне рішення. Анімація.

Тема 4. Аналіз коливань. Складання коливань з однаковою частотою і різними фазами. Складання коливань в перпендикулярних площинах. Фігури Ліссажу. Анімація. Складання коливань із різними частотами. Аналіз періодичних процесів складної форми. Спектральний аналіз. Перетворення Фур'є. Алгоритми перетворення Фур'є. Аналіз звуків, ідентифікація мови. Статистичний та спектральний аналіз варіацій серцевого ритму. Аналіз сфінгограм.

Тема 5. Хвилі. Акустичні хвилі у середовищах. Монохроматичні хвилі. Складання (інтерференція) хвиль. Биття. Хвильові пакети. Солітони. Нелінійні ефекти. Вищі гармоніки. Фазова та групова швидкість.

Тема 6. МКТ. Молекулярно-кінетична теорія. Розподіл молекул за швидкостями (розподіл Максвелла). Розподіл молекул за енергіями (розподіл Больцмана). Барометрична формула. Залежність температури від висоти над поверхнею землі. Броунівський рух. Моделювання броунівського руху. Метод Монте-Карло.

Тема 7. Гази, рідини, тверді тіла. Ідеальний газ. Рівняння Менделєєва-Клапейрона. Закони Бойля-Маріотта, Гей-Люссака, Шарля. Оцінка розмірів молекул і відстаней між ними в газі та рідині. Рівняння Ван-дер-Ваальса. Фазові переходи у речовині. Поглинання та виділення енергії при фазових переходах. Прояв його у природі та використання у техніці. Теплове розширення тіл.

Тема 8. Теплові процеси. Віддача тепла у зовнішнє середовище – теплопровідність, конвекція, випромінювання. Рівняння Фур'є. Рівняння теплопровідності. Граничні умови. Приклад – поширення тепла у ґрунті, сезонні коливання температури.

Розділ 2. Електромагнетизм, оптика, атомна фізика

Тема 9. Електростатика. Електричні заряди. Взаємодія зарядів. Прискорення частинок в електричному полі.

Тема 10. Рух зарядів у електричному і магнітному полі. Радіаційні пояси Землі. Керований термоядерний синтез. Магнітна пляшка в установках керованого термоядерного синтезу. Про можливість прискорення заряджених частинок імпульсним лазерним випромінюванням. Рівняння руху частинки.

Тема 11. Електричний струм. Закон Ома. Енергетичні співвідношення в електричних схемах. Правила Кірхгофа розрахунку складних ланцюгів із джерелами живлення.

Алгоритми розв'язання систем рівнянь. Електричні схеми з індуктивністю та ємністю. Електричний резонанс.

Тема 12. Спектральний аналіз, електричні фільтри. Алгоритми спектрального аналізу. Дослідження електричних фільтрів. Цифрові фільтри.

Тема 13. Геометрична оптика. Закони відбиття та заломлення світла. Оптичні прилади. Металооптика. Комплексний показник заломлення. Поглинання світла у речовині. Відбиття і заломлення світла в середовищі з поглинанням.

Тема 14. Фізична оптика. Інтерференція та дифракція світла. Тонкі плівки, їх застосування. Дифракційні ґрати.

Тема 15. Атомна фізика. Елементарні частинки. Дослід Резерфорда. Планетарна модель атома. Розміри атома та ядра. Метод Монте-Карло. Задача про проходження пучка частинок через речовину.

Тема 16. Фізика атомного ядра. Ядерні реакції Ланцюгова реакція поділу ядер урану. Моделювання вибухової та керованої реакції. Реакція синтезу ядер легких атомів. Два шляхи здійснення керованої термоядерної реакції - з утриманням плазми в магнітній пастці і лазерний термоядерний синтез.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
л		практ	лаб.	інд.	с. р.	
1	2	3	4	5	6	7
Розділ 1. Механіка, коливання, хвилі, гази, рідини, тверді тіла, теплові процеси						
<i>Тема 1. Механіка руху</i>	4	2	-	-	-	2
<i>Тема 2. Рівняння руху</i>	6	2	-	2	-	2
<i>Тема 3. Коливання</i>	5	2	-	-	-	3
<i>Тема 4. Аналіз коливань</i>	7	2	-	2	-	3
<i>Тема 5. Хвилі</i>	4	2	-	-	-	2
<i>Тема 6. МКТ</i>	7	2	-	2	-	3
<i>Тема 7. Гази, рідини, тверді тіла</i>	7	2	-	2	-	3
<i>Тема 8. Теплові процеси</i>	5	2	-	-	-	3
Разом за розділом 1	45	16	-	8	-	21
Розділ 2. Електромагнетизм, оптика, атомна фізика						
<i>Тема 9. Електростатика</i>	4	2	-	-		2
<i>Тема 10. Рух зарядів у електричному і магнітному полі</i>	5	2	-	-		3
<i>Тема 11. Електричний струм</i>	7	2	-	2		3
<i>Тема 12. Спектральний аналіз, електричні фільтри</i>	7	2	-	2		3
<i>Тема 13. Геометр. оптика</i>	7	2	-	2		3
<i>Тема 14. Фізична оптика</i>	7	2	-	2		3
<i>Тема 15. Атомна фізика</i>	4	2	-	-		2

Тема 16. Фізика атомного ядра	4	2	-	-	2
Разом за розділом 2	45	16	-	8	21
Усього годин	90	32	-	16	42

4. Теми лабораторних робіт

№ з/п	Зміст роботи	Кількість годин
Розділ 1. Механіка, коливання, хвилі, гази, рідини, тверді тіла, теплові процеси		
1	Тема 2. Рівняння руху. Моделювання погоні	2
2	Тема 4. Аналіз коливань. Нелінійні коливання маятника	2
3	Тема 6. МКТ. Залежність тиску повітря від висоти над поверхнею землі	2
4	Тема 7. Гази, рідини, тверді тіла. Річні температурні коливання у ґрунті	2
Розділ 2. Електромагнетизм, оптика, атомна фізика		
5	Тема 11. Електричний струм. Енергетичні співвідношення в електричних колах	2
6	Тема 12. Спектральний аналіз, електричні фільтри. Аналіз електричних фільтрів	2
7	Тема 13. Геометрична оптика. Проходження світла через пластину	2
8	Тема 14. Фізична оптика. Дифракційні ґрати	2
Разом		16

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Зміст роботи	Кількість годин
Розділ 1. Механіка, коливання, хвилі, гази, рідини, тверді тіла, теплові процеси		
1	Тема 1. Механіка руху	2
2	Тема 2. Рівняння руху	2
3	Тема 3. Коливання	3
4	Тема 4. Аналіз коливань	3
5	Тема 5. Хвилі	2
6	Тема 6. МКТ	3
7	Тема 7. Гази, рідини, тверді тіла	3
8	Тема 8. Теплові процеси	3
Розділ 2. Електромагнетизм, оптика, атомна фізика		
9	Тема 9. Електростатика	2
10	Тема 10. Рух зарядів у електричному і магнітному полі	3
11	Тема 11. Електричний струм	3
12	Тема 12. Спектральний аналіз, електричні фільтри	3
13	Тема 13. Геометрична оптика	3
14	Тема 14. Фізична оптика	3
15	Тема 15. Атомна фізика	2
16	Тема 16. Фізика атомного ядра	2
Разом		42

6. Індивідуальні завдання

Індивідуальних занять не заплановано

7. Методи навчання

Основою курсу є лекційні заняття, де студенти знайомляться з теоретичним матеріалом. На них ставляться задачі, пов'язані з моделюванням фізичних процесів.

В лабораторних роботах моделюються процеси, які протікають в реальних системах.

На самостійну роботу винесені питання, які стосуються змісту курсу, що вивчається, але не входить до лекцій та лабораторних занять.

8. Методи контролю

Контроль включає роботу на лекційних та лабораторних заняттях і самостійну роботу – 30 балів за 1-й розділ і 30 балів за 2-й розділ.

Підсумковий контроль - залік (40 балів).

9. Схема нарахування балів

Заняття																За лік	Сума	
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	36	40	100
2	2	2	2	2	3	2	2	3	3	2	2	3	2	2	2			
Л1		Л2		Л3		Л4		Л5		Л6		Л7		Л8		24		
3		3		3		3		3		3		3		3				

T1, T2 ... – теми розділів

Л1, Л2,...- теми лабораторних робіт

Розділ зараховується студентові, якщо він набирає не менш 50 % можливих балів за тему. Студент допускається до заліку, якщо всі розділи зараховані. Студент не допускається до заліку, якщо набирає протягом семестру менше 10 балів. Студенти з підсумковим рейтингом < 10 вважаються такими, що не допущені до заліку з дисципліни. Їм перед сесією надається можливість підвищити оцінку і отримати допуск до заліку шляхом виправлення нульових оцінок з окремих видів занять і контрольних завдань. Термін і порядок ліквідації заборгованостей установлюється викладачами, котрі проводять відповідні заняття і контрольні заходи.

Критерії оцінювання навчальних досягнень

Мінімальний підсумковий бал складає 50 балів, а максимальний – 100 балів. Підсумкова оцінка визначається шляхом переводу підсумкового балу з дисципліни у традиційну академічну оцінку національної шкали ("відмінно", "добре", "задовільно", "незадовільно" за шкалою:

— **“відмінно”** (90 та вище балів) заслуговує студент, який виявив всебічне і глибоке знання програмового матеріалу, вміння вільно виконувати завдання, передбачені програмою, засвоїв основну і ознайомився з додатковою літературою, розуміє взаємозв'язок головних понять дисципліни та їх значення для майбутньої професії;

— **“добре”** (82-89 балів) заслуговує студент, який виявив повне знання програмного матеріалу, успішно виконує передбачені програмою завдання, засвоїв основну літературу

рекомендовану програмою, виявив систематичний характер знань з дисциплін і здатний до самостійного доповнення, але під час відповіді допустив деякі неточності;

— **"добре"** (70-81 балів) заслуговує студент, що виявив не цілком повне знання програмного матеріалу, не завжди успішно виконує передбачені програмою завдання, частково засвоїв основну літературу, рекомендовану програмою, виявив не систематичний характер знань з дисциплін і не завжди здатний до їх самостійного доповнення і під час відповіді допускає деякі неточності;

— **"задовільно"** (61-69 балів) заслуговує студент, що виявив знання основного програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та майбутньої роботи за професією, вміє виконувати завдання, передбачені програмою, знайомий з основною рекомендованою літературою. Як правило, оцінка "задовільно" виставляється студентам, що допустили помилки у відповіді та при виконанні завдань, але які володіють необхідними знаннями для їх усунення за допомогою викладача;

— **"задовільно"** (50-60 балів) заслуговує студент, що виявив часткове знання основного програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та майбутньої роботи за професією, не завжди вміє виконувати завдання, передбачені програмою, знайомий лише частково з основною рекомендованою літературою. Як правило, оцінка "достатньо" виставляється студентам, що допустили грубі помилки у відповіді та при виконанні завдань, але які частково володіють необхідними знаннями для їх усунення за допомогою викладача.

— **"незадовільно"** (40-49 балів) виставляється студенту, який виявив суттєві прогалини в знаннях основного програмного матеріалу, допустив принципові помилки у виконанні передбачених програмою завдань.

— **"незадовільно"** (1-39 балів) виставляється студенту коли протягом семестру він допустив грубі помилки у виконанні передбачених програмою завдань.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка за національною шкалою	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

10. 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. Математичне моделювання теплових процесів в енергетиці та промисловості. Практикум: навчальний посібник; уклад.: Д.В. Риндюк, В.А. Пешко – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 75 с.
3. Моделювання теплових процесів в РЕА: навчальний посібник / О. І. Нікольський, О. П. Шеремета. – Вінниця: ВНТУ, 2015. – 116 с.
4. Конюшенко І. Г. Чисельні методи. навчальний посібник. Харків. Вид. ХНЕУ ім. Математичне моделювання теплових процесів в енергетиці та промисловості. Практикум: навчальний посібник; уклад.: Д.В. Риндюк, В.А. Пешко – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 75 с.

Допоміжна література

1. Постановка експерименту та обробка результатів: навчальний посібник для студентів фізичних спеціальностей вищих навчальних закладів / А. В. Дегтярьов, М. Г. Кокодій, В. О. Маслов, В. О. Тіманюк – Харків: ХНУ імені В.Н.Каразіна, 2016. – 224 с.
2. А.М. Кундрат, М.М. Кундрат. Науково-технічні обчислення засобами MATHCAD та MS EXCEL. Рівне, 2014. – 252 с.
3. Чередніков О. М., Трейтяк В. В. Математичне моделювання систем і процесів. Навчальний посібник. Київ, 408 с.
4. Чисельні методи в інформатиці: підручник / Л. П. Фельдман, А. І. Петренко, О. А. Дмитрієва. - К. : Видавнича група ВНУ, 2006. - 480 с.

11. 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