Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра інформаційних технологій в фізико-енергетичних системах

"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Директор
навчально-наукового інституту
комп'ютерної фізики та енергетики

_____ Ірина ЯРЯЧЕВСЬКА

"29" квітня 2023 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

АЛГОРИТМИ ТА СТРУКТУРИ ДАНИХ В ФІЗИЦІ

рівень вищої освіти	перший (бакалаврський) рівень
галузь знань	10 Природничі науки
спеціальність	105 Прикладна фізика та наноматеріали
освітня програма	Прикладна фізика енергетичних систем
вид дисципліни	За вибором
ННІ	комп'ютерної фізики та енергетики

2023 / 2024 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою навчально-наукового інституту комп'ютерної фізики та енергетики

"28" грудня 2023 року, протокол № 12-1/23

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Сухов Руслан Володимирович, доцент кафедри інформаційних технологій в фізико-енергетичних системах

Програму схвалено на засіданні кафедри інформаційних технологій в фізико-енергетичних системах

Протокол від "21" грудня 2023 року, протокол № 12-2/23

Завідувач кафедри інформаційних технологій в фізико-енергетичних системах

_____ Руслан СУХОВ
(підпис)

Програму погоджено з гарантом освітньо-професійної програми (керівником проектної групи) Прикладна фізика енергетичних систем

Гарант освітньо-професійної програми (керівник проектної групи)

_____ Руслан СУХОВ
(підпис)

Програму погоджено методичною комісією навчально-наукового інституту комп'ютерної фізики та енергетики

Протокол від "21" грудня 2023 року, протокол № 12/23

Голова методичної комісії навчально-наукового інституту комп'ютерної фізики та енергетики

_____ Денис ПРОТЕКТОР
(підпис)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Алгоритми та структури даних в фізиці» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів

спеціальність: 105 Прикладна фізика та наноматеріали

освітня програма: «Прикладна фізика енергетичних систем

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни «Алгоритми та структури даних в фізиці» є отримання бакалаврами систематизованих уявлень про моделювання процесів в фізиці - створення алгоритмів і обробку даних.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після засвоєння навчальної дисципліни «Алгоритми та структури даних в фізиці» повинні продемонструвати такі результати навчання:

знання методів моделювання процесів в фізиці, створення алгоритмів і реалізацію їх у програмах.

уміння вміти застосовувати методи чисельного моделювання, проводити аналіз результатів.

1.3. Кількість кредитів: 4

1.4. Загальна кількість годин: 120

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
За вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
2-й	-
Семестр	
4-й	-
Лекції	
32 год.	-
Практичні заняття	
-.	-
Лабораторні заняття	
32	-
Самостійна робота	
56 год.	-
В тому числі ідивідуальні завдання	
-	-

1.6. Заплановані результати навчання:

Згідно з освітньо-науковою програмою «Прикладна фізика енергетичних систем» спеціальності 105 — Прикладна фізика та наноматеріали студенти мають досягти таких результатів навчання (Р):

Р01. Знати і розуміти сучасну фізику на рівні, достатньому для розв’язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем прикладної фізики.

Р02. Застосовувати сучасні математичні методи для побудови й аналізу математичних моделей фізичних процесів.

Р03. Застосовувати ефективні технології, інструменти та методи експериментального дослідження властивостей речовин і матеріалів, включаючи наноматеріали, при розв’язанні практичних проблем прикладної фізики.

Р04. Застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, розробки приладів і наукоємних технологій.

Р05. Вибирати ефективні методи та інструментальні засоби проведення досліджень у галузі прикладної фізики.

Р06. Відшуковувати необхідну науково-технічну інформацію в науковій літературі, електронних базах, інших джерелах, оцінювати надійність та релевантність інформації.

Р07. Класифікувати, аналізувати та інтерпретувати науково-технічну інформацію в галузі прикладної фізики

Р8. Вільно спілкуватися

Р9. Презентувати результати досліджень і розробок фахівцям і нефахівцям, аргументувати власну позицію.

Р10. Планувати й організовувати результативну професійну діяльність індивідуально і як член команди при розробці та реалізації наукових і прикладних проєктів.

Р11. Знати цілі сталого розвитку та можливості своєї професійної сфери для їх досягнення, в тому числі в Україні.

Р12. Розуміти закономірності розвитку прикладної фізики, її місце в розвитку техніки, технологій і суспільства, у тому числі в розв'язанні екологічних проблем.

Р13. Оцінювати фінансові, матеріальні та інші витрати, пов’язані з реалізацією проектів у сфері прикладної фізики, соціальні, екологічні та інші потенційні наслідки реалізації проектів.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Алгоритми розв’язання задач руху об’єктів

Тема 1. Рух тіла з малою швидкістю. Рух тіла з великою швидкістю.
Тема 2. Рух космічного об'єкта до Місяця (падіння на Місяць, супутник Місяця, обліт Місяця та виліт в простір, обліт Місяця та повернення на Землю). Модель руху кулі (снаряда) з урахуванням змін температури та тиску повітря. Рівняння руху тіла зі змінною масою (космічний корабель з ракетним двигуном). Алгоритм розв'язання рівняння. Рівняння руху космічного корабля з двигуном зі змінною тягою, який використовує тиск світла.
Тема 3. Нелінійне рівняння руху математичного маятника. Залежність періоду коливань від амплітуди. Наближене аналітичне рішення. Чисельне рішення.
Тема 4. Складання коливань з однаковою частотою і різними фазами. Складання коливань в перпендикулярних площинах. Фігури Ліссажу. Складання коливань із різними частотами.

Спектральний аналіз. Перетворення Фур'є. Алгоритми перетворення Фур'є. Аналіз звуків, ідентифікація мови. Статистичний та спектральний аналіз варіацій серцевого ритму. Аналіз сфігмограм.

Тема 5. Акустичні хвилі у середовищах. Алгоритми математичного опису хвиль. Складання (інтерференція) хвиль. Биття, хвильові пакети. Солітони. Нелінійні ефекти. Вищі гармоніки. Фазова та групова швидкість. Обмеження – швидкість світла у вільному просторі.

Тема 6. Розподіл молекул за швидкостями (розподіл Максвела). Розподіл молекул за енергіями (розподіл Больцмана). Барометрична формула. Урахування залежності температури від висоти.

Тема 7. Ідеальний газ. Рівняння Менделеєва-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. Алгоритми моделювання процесів. Поглинання та виділення енергії при фазових переходах. Прояв його у природі та використання у техніці.

Тема 8. Віддача тепла у зовнішнє середовище – теплопровідність, конвекція, випромінювання. Рівняння теплопровідності. Граничні умови. Методи та алгоритми розв’язання рівняння. Приклад – поширення тепла у грунті. Сезонні коливання температури. Теплові режими із загостренням. Локалізація тепла. Нелінійне рівняння теплопровідності, що описує процес локалізації тепла. Зворотні задачі теплопровідності. Особливості цих задач – некоректність. Використання зворотних задач теплопровідності в вимірювальній лазерній техніці.

Розділ 2. Алгоритми розв’язання задач електромагнетизму і оптики

Тема 9. Алгоритми побудови графіків розподілу електричного поля у системі зарядів. Алгоритми побудови графіків розподілу магнітного поля у системі струмів.

Тема 10. Рух зарядів у електричному полі. Лінійні прискорювачі. Рух зарядів у магнітному полі. Радіаційні пояси Землі. Прискорення заряджених частинок в електричному та магнітному полях. Про можливість прискорення заряджених частинок імпульсним лазерним випромінюванням. Рівняння руху та його вирішення.

Тема 11. Правила Кірхгофа розрахунку складних ланцюгів із джерелами живлення. Алгоритми розв’язання систем рівнянь. Електричне коло з індуктивністю та ємністю. Фазові співвідношення. Електричний резонанс.

Тема 12. Алгоритм спектрального аналізу. Дослідження електричних фільтрів. Цифрові фільтри.

Тема 13. Закони відбиття та заломлення світла. Аналіз ходу променів в оптичних приладах. Аналіз ходу променів світла серед з змінним показником заломлення. Міражі у атмосфері. Градієнтні світловоди. Металооптика. Комплексний показник заломлення. Поглинання світла у речовині. Відбиття і заломлення світла в середовищі з поглинанням. Алгоритми розрахунків.

Тема 14. Інтерференція та дифракція світла. Тонкі плівки, їх застосування. Дифракційні грати. Хвильове рівняння. Рівняння Гельмгольца. Методи його розв’язання. Дифракція світла на простих тілах – сфері, циліндрі.

Тема 15. Атоми. Елементарні частинки. Моделювання досліду Резерфорда. Планетарна модель атома. Розміри атома та ядра. Метод Монте-Карло. Задача про проходження пучка частинок через речовину.

Тема 16. 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						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	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
Розділ 1. Механіка, молекули, тепло												
Тема 1	7	2		2		3						
Тема 2	7	2		2		3						
Тема 3	8	2		2		4						
Тема 4	7	2		2		3						
Тема 5	8	2		2		4						
Тема 6	8	2		2		4						
Тема 7	7	2		2		3						
Тема 8	8	2		2		4						
Разом за розділом 1	**60**	**16**		**16**		**28**						
Розділ 2. Електромагнетизм, оптика, атомна фізика												
Тема 9	8	2		2		3						
Тема 10	7	2		2		3						
Тема 11	8	2		2		4						
Тема 12	7	2		2		3						
Тема 13	7	2		2		4						
Тема 14	8	2		2		4						
Тема 15	8	2		2		3						
Тема 16	7	2		2		4						
Разом за розділом 2	**60**	**16**		**16**		**28**						
Усього годин	**120**	**32**		**32**		**56**						

4. Теми лекцій

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Рух тіла з малою швидкістю. Рух тіла з великою швидкістю.	2
2	Рівняння руху тіла зі змінною масою (космічний корабель з ракетним двигуном). Алгоритм розв'язання рівняння.	4
3	Рівняння руху космічного корабля з двигуном зі змінною тягою. Розв’язання рівняння руху.	2
4	Молекулярно-кінетична теорія. Алгоритми моделювання газових законів.	2
5	Метод Монте-Карло. Моделювання броунівського руху.	2
6	Рівняння теплопровідності. Граничні умови. Методи та алгоритми розв’язання рівняння.	2
7	Зворотні задачі теплопровідності. Використання зворотних задач теплопровідності в техніці	2
8	Рух зарядів у електричному полі. Лінійні прискорювачі. Рух зарядів у магнітному полі.	2
9	Рівняння руху частинок із швидкостями, близькими до швидкості	2

	світла.	
10	Правила Кірхгофа розрахунку складних ланцюгів із джерелами живлення. Алгоритми розв’язання систем рівнянь.	2
11	Алгоритм спектрального аналізу.	2
12	Електричні фільтри. Математичні моделі фільтрів.	2
13	Інтерференція та дифракція світла. Математичні моделі дифракції.	2
14	Атоми. Елементарні частинки. Моделювання досліду Резерфорда. Планетарна модель атома. Розміри атома та ядра.	2
15	Метод Монте-Карло. Задача про проходження пучка частинок через речовину.	2
16	Ланцюгова реакція поділу ядер урану. Моделювання вибухової та керованої реакції.	2
	Разом	**32**

5. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Рух тіла, кинутого під кутом до горизонту. Рух тіла з малою швидкістю з урахуванням опору середовища. Формула Стокса. Рух тіла у середовищі із великою швидкістю. Моделювання руху кулі (снаряда) в атмосфері з урахуванням зміни температури і тиску повітря.	2
2	Рівняння руху тіла зі змінною масою (космічний корабель з ракетним двигуном). Алгоритм розв'язання рівняння.	2
3	Рівняння руху космічного корабля з двигуном зі змінною тягою (сонячне вітрило, що використовує тиск світла). Розв’язання рівняння руху.	2
4	Розподіл молекул за швидкостями (розподіл Максвела). Швидкість молекул. Розподіл молекул за енергіями (розподіл Больцмана). Барометрична формула. Залежність тиску повітря від висоти. Урахування залежності температури від висоти.	2
5	Метод Монте-Карло. Моделювання броунівського руху. Формула Ейнштейна-Смолуховського.	2
6	Рівняння теплопровідності. Граничні умови. Методи та алгоритми розв’язання рівняння. Приклад – поширення тепла у грунті. Сезонні коливання температури.	2
7	Зворотні задачі теплопровідності. Особливості цих задач – некоректність. Методи розв’язання некоректних задач – згладжування даних, використання фільтрів. Використання зворотних задач теплопровідності в вимірювальній лазерній техніці. Визначення розподілу інтенсивності в пучку випромінювання по розподілу температури в пластині, що нагрівається випромінюванням.	2
8	Рух зарядів у електричному полі. Лінійні прискорювачі. Рух зарядів у магнітному полі.	2
9	Рівняння руху частинок із швидкостями, близькими до швидкості світла.	2
10	Правила Кірхгофа розрахунку складних ланцюгів із джерелами живлення. Алгоритми розв’язання систем рівнянь.	2

11	Алгоритм спектрального аналізу. Дослідження електричних фільтрів.	2
12	Цифрові фільтри.	2
13	Інтерференція та дифракція світла. Тонкі плівки, їх застосування. Дифракційні грати.	2
14	Атоми. Елементарні частинки. Моделювання досліду Резерфорда. Планетарна модель атома. Розміри атома та ядра.	2
15	Метод Монте-Карло. Задача про проходження пучка частинок через речовину.	2
16	Ланцюгова реакція поділу ядер урану. Моделювання вибухової та керованої реакції.	
	Разом	**32**

6. Завдання для самостійної робота

Самостійна робота полягає у опрацюванні та вивченні наступних тем:

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Рух космічних тіл і штучних космічних об’єктів	3
2	Алгоритми розрахунку ракет	3
3	Лінійні коливання	4
4	Нелінійні коливання	3
5	Хвилі	4
6	Термодинаміка	4
7	Термодинамічні цикли	3
8	Лінійне рівняння теплопровідності	4
9	Нелінійне рівняння теплопровідності	3
10	Зворотні задачі теплопровідності	3
11	Регуляризація розв’язання зворотних задач	4
12	Спектральний аналіз	3
13	Електричні фільтри	4
14	Цифрові фільтри	4
15	Метод Монте-Карло	3
16	Моделювання випадкових процесів	4
	Разом	**56**

7. Індивідуальні завдання

За навчальним планом передбачено 2 контрольні роботи.

8. Метод навчання

Пояснювально-ілюстративний, репродуктивний, евристичний методи; метод проблемного викладення.

9. Методи контролю

При оцінюванні успішності і зарахуванні окремих модулів враховуються робота студента під час проведення самостійної роботи. Формою підсумкового контролю успішності навчання є виконання завдань заліку.

10. Схема нарахування балів

Т1	Т2	Т3	Т4	Т5	Т6	Т7	Т8	Т9	Т10	Т11	Т12	Т13	Т14	Т15	Т16	СР	Залік	Сума
5	6	5	6	5	6	5	6	5	5	6	6	6	6	6	6	5	5	100

Т1, Т2 ... – теми розділів.

Критерії оцінювання навчальних досягнень

Загальна максимальна бальна оцінка за екзамен складатиме 40 балів. Мінімальний підсумковий бал складатиме 50 балів, а максимальний – 100 балів. Підсумкова оцінка визначається шляхом переводу підсумкового балу з дисципліни у традиційну академічну оцінку нацлікіональної шкали ("відмінно", "добре", "задовільно", "незадовільно" за шкалою, що наведено у попередньому пункті робочої програми.

Загальна максимальна бальна оцінка за екзамен складатиме 40 балів. Мінімальний підсумковий бал складатиме 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 на екзамені та при виконанні екзаменаційних завдань, але які володіють необхідними знаннями для їх усунення за допомогою викладача;

— **"задовільно"** (50-60 балів) заслуговує студент, що виявив часткове знання основного програмового 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 на екзамені та при виконанні екзаменаційних 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 програмового 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.

При виставленні оцінки можуть враховуватися результати навчальної роботи студента протягом семестру.

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

11. Рекомендована література

Основна література

1. А.В.Дегтярьов, М.Г. Кокодій, В.О.Маслов, В.А.Свіч. Математичне моделювання у фізиці: Підручник для студентів вищих навчальних закладів. Харків: ХНУ імені В.Н.Каразіна, 2011. – 388 с.
2. Математичне моделювання теплових процесів в енергетиці та промисловості: навчальний посібник; уклад.: Д.В. Риндюк. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 69 с.
3. 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.
4. Моделювання теплових процесів в РЕА: навчальний посібник / О. І. Нікольський, О. П. Шеремета. – Вінниця: ВНТУ, 2015. – 116 с.

Допоміжна література

1. А.М. Кундрат, М.М. Кундрат. Науково-технічні обчислення засобами MATHCAD та MS EXEL. Рівне, 2014. – 252 с.
2. Кучерук І.М. та ін. Загальний курс фізики. Т. 1Механіка. 1999. – 482 с.
3. Кучерук І.М. та ін. Загальний курс фізики. Т. 2. Електрика. Магнетизм. 1999. – 484 с.
4. Кучерук І.М. та ін. Загальний курс фізики. Т. 3. Оптика. Квантова фізика. 2001. – 520 с.

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

1. Мережа інтернет
2. Бібліотека ХНУ імені В. Н. Каразіна