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 ГАРЯЧЕВСЬКА

_____ 2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Вступ до методів штучного інтелекту для обробки даних фізичних експериментів

рівень вищої освіти	перший(бакалаврський)
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

2024 / 2025 навчальний рік

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

25грудня 2024 року, протокол № 12-2/24

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ:
Немченко Єгор Костянтинович, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри інформаційних технологій у фізико-енергетичних системах

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

Протокол від 25 грудня 2024 року.

Завідувач кафедри інформаційних технологій у фізико-енергетичних системах

Руслан СУХОВ

Програму погоджено з гарантом освітньо-професійної програми «Прикладна фізика енергетичних систем»

Гарант освітньо- професійної програми «Прикладна фізика енергетичних систем»

Денис ПРОТЕКТОР

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

Протокол від 25 грудня 2024 року № 12-2/2024 року

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

Денис ПРОТЕКТОР

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Вступ до методів штучного інтелекту для обробки даних фізичних експериментів» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів напряму 105 «Прикладна фізика та наноматеріали» за освітньою програмою «Прикладна фізика енергетичних систем»

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

Мета дисципліни – засвоєння базових знань з основ обробки експериментальних даних, включаючи вивчення формальних моделей алгоритмів та алгоритмічно обчислюваних функцій, питань обчислюваності, розв'язності та нерозв'язності масових проблем.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

Завдання – набуття компетенцій, знань, умінь та навиків на рівні новітніх досягнень у обробці експериментальних даних, відповідно до кваліфікації фахівець з інформаційних технологій.

1.3. Кількість кредитів - 9

1.4. Загальна кількість годин - 270

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
За вибором	
Вид кінцевого контролю : залік (7 сем.), іспит (8 сем.)	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
4-й	-й
Семестр	
7-й, 8-й	-й
Лекції	
56 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
год.	год.
Лабораторні заняття	
56 год.	год.
Самостійна робота	
38 год.	год.
Індивідуальні завдання	
год.	

1.6. Заплановані результати навчання

В результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен знати: основні поняття, засоби і методи теорії алгоритмів та їх застосування; основні формальні моделі алгоритмів та обчислюваних функцій; властивості рекурсивних та рекурсивних перелічних множин, рекурсивних та частково-рекурсивних предикатів, арифметичних

множин та предикатів; мати сучасні уявлення про розв'язність, часткову розв'язність та нерозв'язність масових проблем, складність обчислень, про ефективні операції на функціях та множинах. вміти: будувати формальні моделі алгоритмів та обчислюваних функцій (МНРпрограми, машини Тьюрінга, системи Поста, рекурсивні та частково-рекурсивні функції, програмовані функції), використовувати тезу Чорча; встановлювати розв'язність, часткову розв'язність та нерозв'язність масових проблем, встановлювати клас множини та предиката, їх місце в арифметичній ієрархії; використовувати теореми про нерухому точку

Програмні результати навчання за освітньою програмою:

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.

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

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Формальні моделі алгоритмів та обчислюваних функцій

Тема 1. Алгоритми. Формальні моделі алгоритмів

Алгоритми, відносні алгоритми. Алгоритмічно обчислювані функції. Алгоритмічна перелічність, розв'язність. Формальні моделі алгоритмів. МНР-програми; МНР-обчислюваність. Машини Тьюрінга, МТ-обчислюваність. Нормальні алгоритми Маркова, НА-обчислюваність.

Тема 2. Системи Поста. Формальні граматики

Системи Поста, їх різновиди. Обчислюваність за Постом. Формальні граматики, їх класифікація.

Тема 3. Частково рекурсивні функції. Квазіарні ЧРФ, n-арні ЧРФ. Примітивні програмні алгебри. Примітивна мова програмування SIPL

Квазіарні ЧРФ, алгебри квазіарних ЧРФ. Частково рекурсивні, рекурсивні, примітивно рекурсивні функції; алгебри n-арних ЧРФ та ПРФ. Операції підсумовування, мультиплікації, обмеженої мінімізації. Операції розгалуження, циклу; примітивні програмні алгебри. Примітивна мова програмування SIPL, основні конструкції мови. Приклади SIPL-програм.

Розділ 2. Теза Чорча. Нумерації, універсальні функції

Тема 4. Кодування, нумерації. Канторові нумерації. Універсальні класи алгоритмів. Теза Чорча

Кодування. Нумерації, ефективні нумерації. Канторові нумерації. Кодування та нумерації МНР-програм, МТ, ОТ. Функція Ґьоделя. Елімінація примітивної рекурсії. Еквівалентність формальних моделей алгоритмів. Універсальні класи алгоритмів. Теза Чорча, її значення.

Тема 5. Нумерації ЧРФ. Теорема про параметризацію (s-m-n-теорема). Універсальні функції. Теореми Кліні про рекурсію

Нумерації n-арних ЧРФ та ПРФ. Обчислювані нумерації, Ґьодельові нумерації. Теорема про параметризацію (s-m-n-теорема). Універсальні функції, їх зв'язок з нумераціями. Теореми про універсальні функції. Універсальні ЧРФ, МТ, МНР-програма, SIPL-

програма. Теореми Кліні про рекурсію (псевдонерухому точку) для індексних РФ. Наслідки.

Розділ 3. Розв'язність та нерозв'язність. Звідності

Тема 6. Рекурсивні та рекурсивно перелічні множини. Рекурсивні та частково рекурсивні предикати

Рекурсивно перелічні, рекурсивні та примітивно рекурсивні множини, їх властивості. Теорема Поста. Еквівалентні визначення РПМ. Нумерації РПМ. Частково рекурсивні, рекурсивні предикати, їх властивості. Нормальна форма Кліні. Теорема про графік.

Тема 7. Нерозв'язність, часткова розв'язність. Теореми Райса, Райса-Шапіро Алгоритмічна нерозв'язність проблем зупинки та самозастосовності. Наслідки. Замкненість РМ та РПМ відносно теоретико-множинних операцій. Замкненість РП та ЧРП відносно логічних операцій. Індексні множини. Теорема Райса, її значення. Канонічна нумерація скінченних множин. Теорема Райса-Шапіро. Використання теорем Райса та Райса-Шапіро.

Тема 8. Звідності. m-звідність. Продуктивні та креативні множини.

Звідності. m-звідність, її властивості; m-степені. Продуктивні та креативні множини; достатні умови продуктивності індексних множин. m-повнота і креативність, теорема Майхілла.

Тема 9. Відносна обчислюваність. T-звідність

ЧРФ. Теза Тьюрінга. Релятивізація.Відносна обчислюваність. МНРО-обчислювані функції, теорем. T-звідність, її властивості; T-степені. T-повні множини. Операція скачка.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів 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. Формальні моделі алгоритмів та обчислюваних функцій												
Тема 1. Алгоритми. Формальні моделі алгоритмів	16	6		6		4						
Тема 2. Системи Поста. Формальні граматики	20	6		6		8						
Тема 3. Частково рекурсивні функції. Квазіарні ЧРФ, n-арні ЧРФ. Примітивні програмні алгебри. Примітивна мова програмування SIPL	20	7		7		6						
Разом за розділом 1	56	19		19		18			-	-	-	
Розділ 2. Теза Чорча. Нумерації, універсальні функції												
Тема 4. Кодування, нумерації. Канторові нумерації. Універсальні класи алгоритмів. Теза Чорча	22	9		9		4						

Тема 5. Нумерації ЧРФ. Теорема про параметризацію (s-m-n-теорема). Універсальні функції. Теореми Кліні про рекурсію	22	9		9		4							
Разом за розділом 2	44	18		18		8			-	-	-		
Розділ 3. Розв'язність та нерозв'язність. Звідності													81
Тема 6. Рекурсивні та рекурсивно перелічні множини. Рекурсивні та частково рекурсивні предикати	12	4		4		4							
Тема 7. Нерозв'язність, часткова розв'язність. Теореми Райса, Райса-Шапіро	16	6		6		4							
Тема 8. Звідності. m-звідність. Продуктивні та креативні множини.	10	4		4		2							
Тема 9. Відносна обчислюваність. T-звідність	12	5		5		2							
Разом за розділом 3	50	19		19		12			-	-	-		
Усього годин	270	56		56		38							

4. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Розробити та программно реалізувати із візуалізацією у середовищі MATLAB емулятор поведінки мурав'я Ленгтона	10
2	Реалізувати редактор кривих Без'є у середовищі MATLAB	10
3	Реалізувати алгоритм візуалізації R-функцій трьох аргументів за допомогою ізоповерхонь	12
4	Реалізувати алгоритм LZW у середовищі MATLAB	24
Усього		**56**

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Вивчити наступні розділи: Алгоритми, відносні алгоритми. Алгоритмічно обчислювані функції. Алгоритмічна перелічність, розв'язність. Формальні моделі алгоритмів.	2
2	Вивчити наступні розділи: МНР-програми; МНР-обчислюваність. Машини Тьюрінга, МТ-обчислюваність. Нормальні алгоритми Маркова, НА-обчислюваність.	**2**
3	Вивчити наступні розділи: Системи Поста, їх різновиди.	**2**

	Обчислюваність за Постом.	
4	Вивчити наступні розділи: Формальні граматики, їх класифікація.	**2**
5	Вивчити наступні розділи: Квазіарні ЧРФ, алгебри квазіарних ЧРФ. Частково рекурсивні, рекурсивні, примітивно рекурсивні функції; алгебри n-арних ЧРФ та ПРФ.	**2**
6	Вивчити наступні розділи: Операції підсумовування, мультиплікації, обмеженої мінімізації. Операції розгалуження, циклу; примітивні програмні алгебри. Примітивна мова програмування SIPL, основні конструкції мови. Приклади SIPL-програм.	**2**
7	Вивчити наступні розділи: Кодування. Нумерації, ефективні нумерації. Канторові нумерації. Кодування та нумерації МНР-програм, МТ, ОТ. Функція Ґьоделя. Елімінація примітивної рекурсії.	**2**
8	Вивчити наступні розділи: Еквівалентність формальних моделей алгоритмів. Універсальні класи алгоритмів. Теза Чорча, її значення.	**2**
9	Вивчити наступні розділи: Нумерації n-арних ЧРФ та ПРФ. Обчислювані нумерації, Ґьодельові нумерації. Теорема про параметризацію (s-m-n-теорема). Універсальні функції, їх зв’язок з нумераціями.	**2**
10	Вивчити наступні розділи: Теореми про універсальні функції. Універсальні ЧРФ, МТ, МНР-програма, SIPL-програма. Теореми Кліні про рекурсію (псевдонерухому точку) для індексних РФ. Наслідки.	**2**
11	Вивчити наступні розділи: Рекурсивно перелічні, рекурсивні та примітивно рекурсивні множини, їх властивості. Теорема Поста.	**3**
12	Вивчити наступні розділи: Еквівалентні визначення РПМ. Нумерації РПМ. Частково рекурсивні, рекурсивні предикати, їх властивості. Нормальна форма Кліні. Теорема про графік.	**2**
13	Вивчити наступні розділи: Алгоритмічна нерозв’язність проблем зупинки та самозастосовності. Наслідки.	**2**
14	Вивчити наступні розділи: Замкненість РМ та РПМ відносно теоретико-множинних операцій. Замкненість РП та ЧРП відносно логічних операцій. Індексні множини. Теорема Райса, її значення. Канонічна нумерація скінченних множин. Теорема Райса-Шапіро. Використання теорем Райса та Райса-Шапіро.	**2**
15	Вивчити наступні розділи: Звідності. m-звідність, її властивості; m-степені. Продуктивні та креативні множини;	**2**
16	Вивчити наступні розділи: Достатні умови продуктивності індексних множин. m-повнота і креативність, теорема Майхілла.	**3**
17	Вивчити наступні розділи: ЧРФ. Теза Тьюрінга. Релятивізація.Відносна обчислюваність. МНРО-обчислювані функції, теореми.	**2**
18	Вивчити наступні розділи: Т-звідність, її властивості; Т-степені. Т-повні множини. Операція скачка.	**2**

Усього		**38**

6. Індивідуальні завдання

Не передбачено

7. Методи навчання

Лекції викладаються методом проблемного викладення. Використовуючи будь-які джерела й засоби, лектор, перш ніж викладати матеріал, ставить проблему, формулює пізнавальне завдання, а потім, розкриваючи систему доведень, порівнюючи погляди, різні підходи, показує спосіб розв'язання поставленого завдання. Студенти стають ніби свідками і співучасниками наукового пошуку. Лабораторні заняття ведуться дослідницьким методом.

8. Методи контролю

На заняттях – опитування, розв’язання задач за допомогою системи MATLAB. По закінченні модуля – модульний контроль. Форма підсумкового контролю знань – письмовий іспит.

9. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання											Залік/ Екзамен	Сума
Розділ 1 (7 сем.)			Розділ 2 (7 сем.)		Розділ 3 (8 сем.)				РГР, передбачена навчальним планом	Разом		
10	10	10	10	10					10	60	40	100
					12	12	12	12	12	60	40	100

Передбачаються бали за:

- експрес-контроль на лекції – 10;
- виконання розрахунково-графічної роботи – 10;
- виконання лабораторних робіт - 40
- залік/іспит – 40 балів.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	

50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

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 національної 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.

9. Рекомендована література

Наочні матеріали надаються з використанням ПЕОМ та проекційного устаткування у спеціально обладнаних аудиторіях.

Основна література

1. .Нікітченко М.С., Шкільняк О.С., Шкільняк С.С. Теорія алгоритмів. – К., 2015.
2. Нікітченко М.С., Шкільняк С.С. Математична логіка та теорія алгоритмів. – К., 2008.
3. Шкільняк С.С. Математична логіка. Приклади і задачі. – К., 2007.
4. Шкільняк С.С. Теорія алгоритмів. Приклади й задачі. – К., 2012.

Допоміжна література

5. Капітонова Ю.В., Кривий С.Л., Летичевський О.А. та ін. Основи дискретної математики. – К., 2002.
6. Лісовик Л.П., Шкільняк С.С. Теорія алгоритмів. – К., 2003.
7. Нікітченко М.С. Теорія програмування. Частина 1. – Ніжин, 2010.
8. Нікітченко М.С., Панченко Т.В., Поляков С.А. Теорія програмування в прикладах і задачах. – К., 2015.

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

1. Мережа Internet.
2. Бібліотеки ХНУ ім. В.Н.Каразіна.