Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Кафедра комп'ютерної фізики

"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Директор навчально-наукового
інституту
комп'ютерної фізики та енергетики
_____ Ірина ГАРЯЧЕВСЬКА
"__" _____ 2023 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ТЕОРІЯ ОБЧИСЛЮВАНОСТІ ДЛЯ ФІЗИЧНИХ ЗАДАЧ

рівень вищої освіти	перший (бакалаврський)
галузь знань	10 Природничі науки
спеціальність	105 Прикладна фізика та наноматеріали
освітня програма	«Комп'ютерна фізика»
вид дисципліни	за вибором

навчально – науковий інститут комп'ютерної фізики та енергетики

2023 / 2024 навчальний рік

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

28 серпня 2023 року, протокол № 8/23

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:
Лісін Денис Олександрович, к.т.н., доцент кафедри комп'ютерної фізики

Програму схвалено на засіданні кафедри комп'ютерної фізики

Протокол від 28 серпня 2023 року № 8/23

Завідувач кафедри комп'ютерної фізики

_____ Костянтин НЄМЧЕНКО

Програму погоджено з гарантом освітньо-професійної програми «Комп'ютерна фізика»

Гарант освітньо-професійної програми «Комп'ютерна фізика»

_____ Світлана РОГОВА

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

Протокол від 28 серпня 2023 року № 8/23

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

_____ Денис ПРОТЕКТОР

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Теорія обчислюваності для фізичних задач» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів напряму 105 «Прикладна фізика та наноматеріали» за освітньою програмою «Комп'ютерна фізика»

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

Мета дисципліни – з області побудови алгоритмів вирішення різноманітних практичних задач.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

Завдання – надати студентам знання в сфері реалізації задач автоматизації обробки інформації, автоматизації керування об'єктами, в тому числі, сільськогосподарськими, за допомогою комп'ютерної техніки. Такі знання майбутній спеціаліст зможе застосовувати як при подальшому навчанні, так і після отримання вищої освіти у своїй професійній діяльності.

Програмні компетенції:

ЗК2: Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності

ЗК5: Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК14: Здатність використовувати теоретичні та практичні знання про широкий спектр обчислювальних методів та математичних алгоритмів, включаючи принципи розробки та узагальнення цих методів та алгоритмів

ЗК16: Розуміння обмеження чисельних методів, включаючи помилки наближення, помилки округлення та обмеження щодо застосування конкретних алгоритмів

ЗК18: Знайомство з великою кількістю вдосконалених алгоритмів для вирішення широкого кола проблем та способи використання їх у доступному програмному забезпеченні

1.3. Кількість кредитів - 6

1.4. Загальна кількість годин - 180

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
За вибором	
Вид кінцевого контролю : іспит	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
4-й	-й
Семестр	
7-й	-й
Лекції	
32 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
год.	год.
Лабораторні заняття	
48 год.	год.
Самостійна робота	

100 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. Загальні відомості про алгоритми

Тема 1. Введення в теорію алгоритмів. Способи запису алгоритмів

Мета та завдання дисципліни. Значення та місце дисципліни в системі підготовки спеціалістів автоматизації сільськогосподарського виробництва. Загальні відомості про дисципліну, її зв'язок з іншими дисциплінами. Роль комп'ютерної техніки в сучасному сільськогосподарському виробництві. Визначення поняття "Алгоритм", порівняння визначень. Основні властивості алгоритма. Способи запису алгоритмів. Блок-схема алгоритма, основні елементи блок-схеми. Алгоритми та програми. Приклади типових алгоритмів.

Тема 2. Основні етапи процесу розробки алгоритму. Тестування алгоритмів

Процес розробки алгоритму. Контроль правильності алгоритму. Поняття про тест і тестування. Вимоги до тестів та тестових даних. Етапи процесу тестування. Приклад повного тестування алгоритму. Помилки в алгоритмах, які можна виявити на етапі тестування. Приклад побудови математичної моделі вирішення задачі. Приклад тестування алгоритма.

Тема 3. Базові алгоритмічні конструкції

Поняття про алгоритм з лінійною структурою. Визначення. Блок-схема алгоритму з лінійною структурою. Приклади на обчислення виразів. Поняття про алгоритми з розгалуженою структурою. Повне та неповне розгалуження. Структура "Вибір" та її реалізація. Приклади використання розгалужених структур.

Розділ 2. Універсальні алгоритмічні конструкції
Тема 4. Машина Тюринга. Технології розробки програм для машини Тюринга.
Склад МТ. Принципи роботи. Композиція машин Тюринга. Приклади
Тема 5. Машина Поста. Технології розробки програм для машин Поста
Склад машини Поста. Принципи роботи. Приклади
Тема 6. Нормальні алгоритми Маркова. Прийоми розробки нормальних алгоритмів Маркова
Поняття про підстановки. Правила НАМ. Приклади

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. Загальні відомості про алгоритми												
Тема 1. Введення в теорію алгоритмів. Способи запису алгоритмів	28	4		8		16						
Тема 2. Основні етапи процесу розробки алгоритму. Тестування алгоритмів	30	6		8		16						
Тема 3. Базові алгоритмічні конструкції	32	6		8		18						
Разом за розділом 1	90	16		24		50			-	-	-	
Розділ 2. Універсальні алгоритмічні конструкції												
Тема 4. Машина Тюринга. Технології розробки програм для машини Тюринга.	28	4		8		16						
Тема 5. Машина Поста. Технології розробки програм для машин Поста	30	6		8		16						
Тема 6. Нормальні алгоритми Маркова. Прийоми розробки нормальних алгоритмів Маркова	32	6		8		18						
Разом за розділом 2	90	16		24		50			-	-	-	
Усього годин	180	32		48		100						

4. Теми практичних занять

№	Назва теми	Кількість

з/п		годин
1	Розробити та програмно реалізувати із візуалізацією у середовищі MATLAB емулятор поведінки мурав'я Ленгтона	12
2	Реалізувати редактор кривих Без'є у середовищі MATLAB	12
3	Реалізувати алгоритм візуалізації R-функцій трьох аргументів за допомогою ізоповерхонь	12
4	Реалізувати алгоритм LZW у середовищі MATLAB	12
Усього		**48**

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.	6
2	Вивчити наступні розділи: МНР-програми; МНР-обчислюваність. Машини Тьюрінга, МТ-обчислюваність. Нормальні алгоритми Маркова, НА-обчислюваність.	6
3	Вивчити наступні розділи: Системи Поста, їх різновиди. Обчислюваність за Постом.	6
4	Вивчити наступні розділи: Формальні граматики, їх класифікація.	6
5	Вивчити наступні розділи: Квазіарні ЧРФ, алгебри квазіарних ЧРФ. Частково рекурсивні, рекурсивні, примітивно рекурсивні функції; алгебри n-арних ЧРФ та ПРФ.	6
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.	6
7	Вивчити наступні розділи: Кодування. Нумерації, ефективні нумерації. Канторові нумерації. Кодування та нумерації МНР-програм, МТ, ОТ. Функція Ґьоделя. Елімінація примітивної рекурсії.	6
8	Вивчити наступні розділи: Еквівалентність формальних моделей алгоритмів. Універсальні класи алгоритмів. Теза Чорча, її значення.	4
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.	6
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.	6
11	Вивчити наступні розділи: Рекурсивно перелічні, рекурсивні та примітивно рекурсивні множини, їх властивості. Теорема Поста.	4

12	Вивчити наступні розділи: Еквівалентні визначення РПМ. Нумерації РПМ. Частково рекурсивні, рекурсивні предикати, їх властивості. Нормальна форма Кліні. Теорема про графік.	4
13	Вивчити наступні розділи: Алгоритмічна нерозв'язність проблем зупинки та самозастосовності. Наслідки.	6
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.	6
15	Вивчити наступні розділи: Звідності. m-звідність, її властивості; m-степені. Продуктивні та креативні множини;	6
16	Вивчити наступні розділи: Достатні умови продуктивності індексних множин. m-повнота і креативність, теорема Майхілла.	4
17	Вивчити наступні розділи: ЧРФ. Теза Тьюрінга. Релятивізація.Відносна обчислюваність. МНРО-обчислювані функції, теореми.	6
18	Вивчити наступні розділи: Т-звідність, її властивості; Т-степені. Т-повні множини. Операція скачка.	6
Усього		100

6. Індивідуальні завдання

Не передбачено навчальним планом.

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	Сума
Розділ 1			Розділ 2		Контрольна робота	Разом		
10	10	10	10	10	10	60	40	100

Передбачаються бали за:

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

Мінімальна кількість балів для допуску до підсумкового контролю становить – 20 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

1. Лісовик Л.П., Шкільняк С.С. Теорія алгоритмів. – К., 2003.
2. Нікітченко М.С. Теорія програмування. Частина 1. – Ніжин, 2010.
3. 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.