

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»



Кафедра системного аналізу та управління

«ЗАТВЕРДЖЕНО»

Декан факультету

Інформаційних технологій

Удовик І.М.

« 22 » січня 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Еволюційні обчислення»

Галузі знань	12 - Інформаційні технології
Спеціальність	
Освітній рівень.....	Доктор філософії
Статус	Вибіркова
Загальний обсяг	4 кредити ECTS (120 годин)
Форма підсумкового контролю ...	Диференційований залік
Термін викладання	4-й семестр, 7 чверть
Мова викладання	Українська

Викладачі: к.т.н, доц. Желдак Тімур Анатолійович

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ (_____) « __ » __ 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____) « __ » __ 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

Дніпро
НТУ «ДП»
2024

Робоча програма навчальної дисципліни «Еволюційні обчислення» для докторів філософії галузі знань 12 – Інформаційні технології / Нац. техн. ун-т. «Дніпровська політехніка», каф. Системного аналізу та управління. – Д.: НТУ «ДП». – 2024. – 13 с.

Розробники: Желдак Т.А., зав. каф. Системного аналізу та управління

Робоча програма регламентує:

- мету дисципліни;
- дисциплінарні результати навчання, сформовані на основі трансформації очікуваних результатів навчання освітньої програми;
- базові дисципліни;
- обсяг і розподіл за формами організації освітнього процесу та видами навчальних занять;
- програму дисципліни (тематичний план за видами навчальних занять);
- алгоритм оцінювання рівня досягнення дисциплінарних результатів навчання (шкали, засоби, процедури та критерії оцінювання);
- інструменти, обладнання та програмне забезпечення;
- рекомендовані джерела інформації.

Робоча програма призначена для реалізації компетентнісного підходу під час планування освітнього процесу, викладання дисципліни, підготовки здобувачів до контрольних заходів, контролю провадження освітньої діяльності, внутрішнього та зовнішнього контролю забезпечення якості вищої освіти, акредитації освітніх програм у межах спеціальності.

Робоча програма буде в пригоді для формування змісту підвищення кваліфікації науково-педагогічних працівників кафедр університету.

ЗМІСТ

2 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ.....	4
3 БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ.....	4
Базовими для даної дисципліни є дисципліни навчального плану бакалавра та магістра в галузі знань 12 – «Інформаційні технології», а також за навчальним планом доктора філософії за спеціальністю 124 «Системний аналіз»:	4
4 ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ	4
5 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ.....	5
6 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ.....	6
6.1 Шкали.....	6
6.2 Засоби та процедури	7
6.3 Критерії.....	8
7 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	11
8 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ.....	11

1 МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета дисципліни – сформувати в здобувачів стійкі знання про алгоритми та методи, що використовують теорію еволюції та інші аналогії з живої та неживої природи, та навички їх застосування при вирішенні складних задач, що передбачають пошук і використання оптимальних рішень.

2 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Дисциплінарні результати навчання (ДРН)	
шифр ДРН	зміст
ДРН-1	Формалізувати задачі умовної та безумовної оптимізації різної природи до застосування еволюційних алгоритмів
ДРН-2	Вільно володіти операторами, що застосовуються в еволюційних обчисленнях, враховувати їх параметри, обмеження та особливості для різних типів вирішуваних задач
ДРН-3	Визначати ефективність побудованих алгоритмів у порівнянні з відомими аналогами для розглянутого типу задач
ДРН-4	Розв'язувати практичні задачі в межах наукових досліджень з використанням еволюційних обчислень в дійсному, двійковому, цілочисельному та категорійному простора

3 БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ

Базовими для даної дисципліни є дисципліни навчального плану бакалавра та магістра в галузі знань 12 – «Інформаційні технології».

4 ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Вид навчальних занять	Розподіл за формами навчання, години							
	денна			вечірня		заочна		
	Обсяг	аудиторні заняття	самостійна робота	аудиторні заняття	самостійна робота	Обсяг	аудиторні заняття	самостійна робота
лекційні	60	14	46	-	-	60	4	54
практичні	60	21	39	-	-	60	6	54
лабораторні	-	-	-	-	-	-	-	-
семінари	-	-	-	-	-	-	-	-
контрольні заходи	-	-	-	-	-	-	-	-
РАЗОМ	120	35	85	-	-	120	12	108

5 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових (денна форма), години	Обсяг складових (заочна форма), години
	ЛЕКЦІЇ	60	60
ДРН 1	1. Вступ. Сутність еволюційної парадигми пошуку оптимальних рішень. Теорія еволюції. Спадковість, мутація та природний відбір. Методи випадкового пошуку рішень. Відмінність випадкового пошуку від цілеспрямованого. Природні та неприродні аналогії	6	6
ДРН 2	2. Основні еволюційні оператори. Генерація популяції. Конкурентний відбір особин. Кросовер. Клонування. Мутація. Сліпий пошук. Стиснення популяції. Використання пам'яті.	8	8
ДРН 1 ДРН 2	3. Еволюційна стратегія глобальної безумовної оптимізації. Алгоритм еволюційної стратегії. Розмір популяцій батьків та нащадків. Класи вирішуваних задач. Види мутацій. Адаптація алгоритму до умов задачі	8	8
ДРН-1	4. Врахування обмежень. Штрафні функції у еволюційних алгоритмах Сутність штрафної функції. Додатковий критерій. Вибір коефіцієнтів штрафу. Нелінійні штрафні функції	6	6
ДРН-2 ДРН 3	5. Генетичні алгоритми в двійковому та цілочисельному просторі Генотип і фенотип. Код Грея. Швидкі кодування. Обмін генною інформацією. Ефективність популяції. Острівна модель. Гібридні генетичні алгоритми	8	8
ДРН-2 ДРН 3	6. Еволюційні підходи до задач на перестановках Еволюційні оператори на кільцях і графах. Задача комівояжера. Жадібні алгоритми. Алгоритми локальної оптимізації. Метод мурашиної колонії	8	8
ДРН-2 ДРН 3	7. Еволюційні методи, обумовлені живою та неживою природою Імітований відпал. Ройові алгоритми. Моделювання колоній бактерій, бджіл та риб.	8	8
ДРН-2 ДРН 3	8. Еволюційні методи на основі моделювання суспільств Штучні імунні системи. Культурний алгоритм. Пошук гармоній.	8	8
	ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ	60	60
ДРН 1 ДРН 2 ДРН 3 ДРН-4	Практична робота № 1. Еволюційна стратегія в задачах глобальної оптимізації Мета: закріпити теоретичні знання і розвинути практичні навички використання еволюційної стратегії для розв'язання задач глобальної безумовної оптимізації.	15	15

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових (денна форма), години	Обсяг складових (заочна форма), години
ДРН 1 ДРН 2 ДРН 3 ДРН-4	Практична робота № 2 Генетичні алгоритми в задачах умовної оптимізації. Мета: закріпити теоретичні знання і розвинути практичні навички застосування генетичних алгоритмів для пошуку оптимуму в задачах з обмеженнями.	15	15
ДРН 1 ДРН 2 ДРН 3 ДРН-4	Практична робота № 3 Розв'язання задачі комівояжера різними методами. Мета: закріпити теоретичні знання і розвинути практичні навички застосування жадібних, локально-оптимальних та еволюційних алгоритмів для задач на перестановках.	15	15
ДРН 1 ДРН 2 ДРН 3 ДРН-4	Практична робота № 4 Реалізація власного еволюційного алгоритму для розв'язання задачі певного класу Мета: закріпити теоретичні знання і розвинути практичні навички з реалізації та оптимізації еволюційного алгоритму за індивідуальним варіантом.	15	15
КОНТРОЛЬНІ ЗАХОДИ		-	-
РАЗОМ		120	120

6 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Оцінювання та сертифікація досягнень здобувачів здійснюється за допомогою прозорих процедур, що ґрунтуються на об'єктивних критеріях відповідно до Положення університету «Про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти». Досягнутий рівень компетентностей відносно очікуваних, що ідентифікований під час контрольних заходів, відображає реальний результат навчання здобувача за дисципліною.

6.1 Шкали

Оцінювання навчальних досягнень здобувачів освіти НТУ «ДП» здійснюється за рейтинговою (100-бальною) та конвертаційною шкалами. Остання необхідна (за офіційною відсутністю національної шкали) для конвертації (переведення) оцінок здобувачів вищої освіти різних закладів.

Шкали оцінювання навчальних досягнень здобувачів НТУ «ДП»

Рейтингова	Конвертаційна
90...100	відмінно / Excellent
74...89	добре / Good
60...73	задовільно / Satisfactory
0...59	незадовільно / Fail

Кредити навчальної дисципліни зараховуються, якщо здобувач отримав підсумкову оцінку не менше 60-ти балів. Нижча оцінка вважається академічною заборгованістю, що підлягає ліквідації відповідно до Положення про організацію освітнього процесу НТУ «ДП».

6.2 Засоби та процедури

Зміст засобів діагностики спрямовано на контроль рівня сформованості знань, умінь/навичок, комунікації, автономії та відповідальності здобувача за вимогами НРК.

Здобувач на контрольних заходах має виконувати завдання, орієнтовані виключно на демонстрацію дисциплінарних результатів навчання (розділ 2).

Засоби діагностики, що надаються здобувачам на контрольних заходах у вигляді завдань для поточного та підсумкового контролю, формуються шляхом конкретизації вихідних даних та способу демонстрації дисциплінарних результатів навчання.

Засоби діагностики (контрольні завдання) для поточного та підсумкового контролю дисципліни затверджуються кафедрою.

Види засобів діагностики та процедур оцінювання для поточного та підсумкового контролю дисципліни подано нижче.

Засоби діагностики та процедури оцінювання

ПОТОЧНИЙ КОНТРОЛЬ			ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ	
навчальне заняття	засоби діагностики	процедури	засоби діагностики	процедури
лекції	контрольні завдання за кожною темою	виконання завдання під час контрольних заходів	комплексна контрольна робота (ККР)	визначення середньозваженого результату поточних контролів; виконання ККР під час диференційованого заліку за бажанням здобувача
практичні	контрольні завдання за кожною темою	виконання завдань під час практичних занять		
	або індивідуальне завдання	виконання завдань під час самостійної роботи		

Під час поточного контролю лекційні заняття оцінюються шляхом визначення якості виконання контрольних конкретизованих завдань. Практичні та лабораторні заняття оцінюються якістю виконання контрольного або індивідуального завдання.

Якщо зміст певного виду занять підпорядковано декільком складовим, то інтегральне значення оцінки може визначатися з урахуванням вагових коефіцієнтів, що встановлюються викладачем.

За наявності рівня результатів поточних контролів з усіх видів навчальних занять не менше 60 балів, підсумковий контроль здійснюється без участі здобувача шляхом визначення середньозваженого значення поточних оцінок.

Незалежно від результатів поточного контролю кожен здобувач під час екзамену має право виконувати ККР, яка містить завдання, що охоплюють ключові дисциплінарні результати навчання.

Кількість конкретизованих завдань ККР повинна відповідати відведеному часу на виконання. Кількість варіантів ККР має забезпечити індивідуалізацію завдання.

Значення оцінки за виконання ККР визначається середньою оцінкою складових (конкретизованих завдань) і є остаточним.

Інтегральне значення оцінки виконання ККР може визначатися з урахуванням вагових коефіцієнтів, що встановлюється кафедрою для кожного кваліфікаційного рівня НРК.

6.3 Критерії

Реальні результати навчання здобувача ідентифікуються та вимірюються відносно очікуваних під час контрольних заходів за допомогою критеріїв, що описують його дії для демонстрації досягнення результатів навчання.

Для оцінювання виконання контрольних завдань під час поточного контролю лекційних і практичних занять в якості критерія використовується коефіцієнт засвоєння, що автоматично адаптує показник оцінки до рейтингової шкали:

$$O_i = 100 a/m,$$

де a – число правильних відповідей або виконаних суттєвих операцій відповідно до еталону рішення; m – загальна кількість запитань або суттєвих операцій еталону.

Індивідуальні завдання та комплексні контрольні роботи оцінюються експертно за допомогою критеріїв, що характеризують співвідношення вимог до рівня компетентностей і показників оцінки за рейтинговою шкалою.

Зміст критеріїв спирається на компетентнісні характеристики, визначені НРК для третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти (подано нижче).

Загальні критерії досягнення результатів навчання для 8-го кваліфікаційного рівня за НРК (доктор філософії)

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
Знання		
♦ концептуальні та методологічні знання	Відповідь відмінна – правильна, обґрунтована, осмислена.	95-100

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
в галузі чи на межі галузей знань або професійної діяльності	Характеризує наявність: - спеціалізованих концептуальних знань на рівні новітніх досягнень; - критичне осмислення проблем у навчанні та/або професійній діяльності та на межі предметних галузей	
	Відповідь містить негрубі помилки або описки	90-94
	Відповідь правильна, але має певні неточності	85-89
	Відповідь правильна, але має певні неточності й недостатньо обґрунтована	80-84
	Відповідь правильна, але має певні неточності, недостатньо обґрунтована та осмислена	74-79
	Відповідь фрагментарна	70-73
	Відповідь демонструє нечіткі уявлення здобувача про об'єкт вивчення	65-69
	Рівень знань мінімально задовільний	60-64
	Рівень знань незадовільний	<60
Уміння/навички		
<ul style="list-style-type: none"> ◆ спеціалізовані уміння/навички і методи, необхідні для розв'язання значущих проблем у сфері професійної діяльності, науки та/або інновацій, розширення та переоцінки вже існуючих знань і професійної практики; ◆ започаткування, планування, реалізація та коригування послідовного процесу ґрунтовного наукового дослідження з дотриманням належної академічної доброчесності; ◆ критичний аналіз, оцінка і синтез нових та комплексних ідей 	Відповідь характеризує уміння/навички: - виявляти проблеми; - формулювати гіпотези; - розв'язувати проблеми; - оновлювати знання; - інтегрувати знання; - провадити інноваційну діяльність; - провадити наукову діяльність	95-100
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності з негрубими помилками	90-94
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації однієї вимоги	85-89
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації двох вимог	80-84
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації трьох вимог	74-79
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації чотирьох вимог	70-73
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності при виконанні завдань за зразком	65-69
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання при виконанні завдань за зразком, але з неточностями	60-64
	Рівень умінь незадовільний	<60
Комунікація		

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
<p>♦ вільне спілкування з питань, що стосуються сфери наукових та експертних знань, з колегами, широкою науковою спільнотою, суспільством у цілому;</p> <p>♦ використання академічної української та іноземної мови у професійній діяльності та дослідженнях</p>	<p>Зрозумілість відповіді (доповіді). Мова:</p> <ul style="list-style-type: none"> - правильна; - чиста; - ясна; - точна; - логічна; - виразна; - лаконічна. <p>Комунікаційна стратегія:</p> <ul style="list-style-type: none"> - послідовний і несуперечливий розвиток думки; - наявність логічних власних суджень; - доречна аргументації та її відповідність відстоюваним положенням; - правильна структура відповіді (доповіді); - правильність відповідей на запитання; - доречна техніка відповідей на запитання; - здатність робити висновки та формулювати пропозиції; - використання іноземних мов у професійній діяльності 	95-100
	Достатня зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія з незначними хибами	90-94
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано три вимоги)	85-89
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано чотири вимоги)	80-84
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано п'ять вимог)	74-79
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано сім вимог)	70-73
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано дев'ять вимог)	65-69
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано 10 вимог)	60-64
Рівень комунікації незадовільний	<60	
<i>Відповідальність і автономія</i>		
♦ демонстрація значної авторитетності, інноваційність, високий ступінь самостійності,	<p>Відмінне володіння компетенціями:</p> <ul style="list-style-type: none"> - використання принципів та методів організації діяльності команди; - ефективний розподіл повноважень в структурі команди; - підтримка врівноважених стосунків з членами 	95-100

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
академічна та професійна доброчесність, постійна відданість розвитку нових ідей або процесів у передових контекстах професійної та наукової діяльності; ♦ здатність до безперервного саморозвитку та самовдосконалення	команди (відповідальність за взаємовідносини); - стресовитривалість; - саморегуляція; - трудова активність в екстремальних ситуаціях; - високий рівень особистого ставлення до справи; - володіння всіма видами навчальної діяльності; - належний рівень фундаментальних знань; - належний рівень сформованості загальнонавчальних умінь і навичок	
	Упевнене володіння компетенціями автономії та відповідальності з незначними хибами	90-94
	Добре володіння компетенціями автономії та відповідальності (не реалізовано дві вимоги)	85-89
	Добре володіння компетенціями автономії та відповідальності (не реалізовано три вимоги)	80-84
	Добре володіння компетенціями автономії та відповідальності (не реалізовано чотири вимоги)	74-79
	Задовільне володіння компетенціями автономії та відповідальності (не реалізовано п'ять вимог)	70-73
	Задовільне володіння компетенціями автономії та відповідальності (не реалізовано шість вимог)	65-69
	Задовільне володіння компетенціями автономії та відповідальності (рівень фрагментарний)	60-64
	Рівень автономії та відповідальності незадовільний	<60

7 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Технічні засоби навчання: мультимедійні та комп'ютерні пристрої.

Дистанційна платформа MOODL.

Засоби дистанційної освіти: Moodle, MS Teams.

Пакети приладних програм: Python, Jupyter Notebook та GNU Octave (всі безкоштовні, поширюються через публічну ліцензію).

Електронний варіант лекцій

Додаткова література для поглибленого вивчення дисципліни

Індивідуальні завдання для самостійного виконання (електронний варіант)

8 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Zgurovskiy M.Z., Zaychenko Yu.P. The Fundamentals of Computational Intelligence: System Approach. – Springer, 2017. – 395 p.

2. Гуляницький Л.Ф., Мулеса О.Ю. Прикладні методи комбінаторної оптимізації. – К.: «Київський університет», 2016. – 142 с.

3. Снитюк В.Є. Прогнозування. Моделі, методи, алгоритми. – К.: Маклаут, 2008. – 364 с.

4. Олійник О.А. Еволюційні обчислення і програмування / О.А. Олійник, С.О. Субботін, О.О. Олійник. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2010. – 324 с.

5. Olariu Stephan, Zomaya Albert Y. Handbook of Bioinspired Algorithms and Applications (Chapman Hall/Crc Computer Information Science). Chapman Hall/CRC. ISBN 1-58488-475-4.
6. K.V. Price, R.N. Storn, and J.A. Lampinen, Differential Evolution: A Practical Approach to Global Optimization // Springer, 2005 - 543 c.
7. J.A. Lozano, P. Larranaga, Towards a New Evolutionary Computation: Advances in Estimation of Distribution Algorithms // Springer, 2006 - 305 c.
8. E. Wirsansky, Hands-On Genetic Algorithms with Python // Packt Publishing, 2020 - 309 c.
9. C. Sheppard, Genetic Algorithms with Python // Goodreads.com, 2019 - 297 c.
10. Blum Ch., Aguilera M. J.B., Roli A., Sampels M. (Eds.) Hybrid Metaheuristics. An Emerging Approach to Optimization. Springer-Verlag, Berlin, Germany, – 2008, – 289 pp.
11. Dorronsoro Bernabé. Evolutionary Algorithms for Mobile Ad Hoc Networks. Hoboken: Wiley; 2014. doi:10.1002/9781118833209 .

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Еволюційні обчислення»

для докторів філософії

Галузі знань

12 – Інформаційні технології

Розробники:

Тімур Анатолійович Желдак

В редакції автора

Підготовлено до виходу в світ

у Національному технічному університеті

«Дніпровська політехніка».

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 1842

49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19