

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

Кафедра системного аналізу та управління



«ЗАТВЕРДЖЕНО»

декан факультету

Удовик І.М.

« 30 » жовтня 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Еволюційні технології прийняття рішень в умовах невизначеності»

Галузь знань	12 Інформаційні технології
	121 Програмна інженерія
	123 Комп'ютерна інженерія
Спеціальність	124 Системний аналіз
	125 Кібербезпека та захист інформації
	126 Інформаційні системи та технології
Рівень вищої освіти	перший (бакалаврський)
Статус	вибіркова
Загальний обсяг	4 кредити ЄКТС (120 годин)
Форма підсумкового контролю	диференційований залік
Термін викладання	7 семестр (повний термін навчання)
	5 семестр (скорочений термін навчання)
Мова викладання	українська

Викладачі: доцент Желдак Тимур Анатолійович,

Старший викладач Гаранжа Дмитро Миколайович

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 технології прийняття рішень в умовах невизначеності» для бакалаврів спеціальностей 121 Програмна інженерія, 123 Комп'ютерна інженерія, 124 Системний аналіз, 125 Кібербезпека та захист інформації, 126 Інформаційні системи та технології / Нац. техн. ун-т. «Дніпровська політехніка», каф. Системного аналізу та управління. – Д.: НТУ «ДП». – 2024. – 13 с.

Розробники: Желдак Т.А., к.т.н., доцент, завідувач кафедри Системного аналізу та управління,
Гаранжа Д.М., старий викладач кафедри 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 студентів до контрольних заходів, контролю провадження освітньої діяльності, внутрішнього та зовнішнього контролю забезпечення якості вищої освіти, акредитації освітніх програм у межах спеціальності.

Погоджено рішенням науково-методичної комісії спеціальності 124 Системний аналіз (протокол № 8 від 30 жовтня 2024).

ЗМІСТ

2 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ.....	4
3 БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ.....	4
4 ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ	5
5 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ.....	5
6 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ.....	6
6.1 Шкали.....	6
6.2 Засоби та процедури	6
6.3 Критерії.....	7
7 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	11
8 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ.....	11

1 МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета дисципліни – Сформувати у студентів стійкі знання про алгоритми та методи, що використовують теорію еволюції та інші аналогії з живої та неживої природи, та навички їх застосування у програмних комплексах, які передбачають пошук і використання оптимальних рішень.

2 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Дисциплінарні результати навчання (ДРН)	
шифр ДРН	зміст
ДРН-1	Знати основні оператори, що застосовуються в еволюційних обчисленнях, їх параметри, обмеження та особливості для різних типів вирішуваних задач
ДРН-2	Вміти застосовувати еволюційні алгоритми прийняття рішень до задач умовної та безумовної оптимізації різної природи
ДРН-3	Визначати ефективність побудованих алгоритмів у порівнянні з відомими аналогами для розглянутого типу задач
ДРН-4	Вміти розв'язувати практичні задачі з використанням еволюційних обчислень в дійсному, двійковому, цілочисельному та категорійному просторах.

3 БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ

Назва дисципліни	Здобуті результати навчання
Алгебра та геометрія Математичний аналіз (Вища математика)	Знати і вміти застосовувати на практиці диференціальне та інтегральне числення, ряди та інтеграли, аналітичну геометрію, лінійну алгебру та векторний аналіз
Дискретна математика (Основи дискретної математики)	Вміти розпізнавати стандартні схеми для розв'язання комбінаторних та логічних задач; застосовувати класичні алгоритми для перевірки властивостей та класифікації множин, відношень, графів, груп, булевих функцій тощо
Методи оптимізації та дослідження операцій	Знати основи теорії оптимізації та теорії прийняття рішень, вміти застосовувати їх на практиці для розв'язування прикладних задач управління і проектування складних систем
Теорія ймовірностей та математична статистика	Вміти визначати ймовірнісні розподіли стохастичних показників та факторів, що впливають на характеристики досліджуваних процесів, формалізувати стохастичні показники та фактори у вигляді випадкових величин, векторів, процесів
Програмування та алгоритмічні мови	Проектувати, реалізовувати, тестувати, впроваджувати, супроводжувати, експлуатувати програмні засоби

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

Вид навчальних занять	Обсяг, години	Розподіл за формами навчання, години			
		денна		заочна	
		аудиторні заняття	самостійна робота	аудиторні заняття	самостійна робота
Лекційні	60	24	36	6	54
практичні	60	24	36	4	56
лабораторні	-	-	-	-	-
семінари	-	-	-	-	-
РАЗОМ	120	48	72	10	110

5 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
	ЛЕКЦІЇ	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	8
ДРН 1	2. Основні еволюційні оператори. Генерація популяції. Конкурентний відбір особин. Кросовер. Клонування. Мутація. Сліпий пошук. Стиснення популяції. Використання пам'яті.	8
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	6
ДРН-2	4. Врахування обмежень. Штрафні функції у еволюційних алгоритмах Сутність штрафної функції. Додатковий критерій. Вибір коефіцієнтів штрафу. Нелінійні штрафні функції	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
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
ДРН-2 ДРН 3	7. Еволюційні методи, обумовлені живою та неживою природою Імітований відпал. Ройові алгоритми. Моделювання колоній бактерій, бджіл та риб.	8
ДРН-2	8. Еволюційні методи на основі моделювання суспільств	8

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
ДРН 3	Штучні імунні системи. Культурний алгоритм. Пошук гармоній.	
ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ		60
ДРН 2 ДРН-4	Практична робота № 1. Еволюційна стратегія в задачах глобальної оптимізації	15
ДРН 2 ДРН-4	Практична робота № 2 Генетичні алгоритми в задачах умовної оптимізації.	15
ДРН 2 ДРН-4	Практична робота № 3 Розв'язання задачі комівояжера різними методами.	15
ДРН 2 ДРН-4	Практична робота № 4 Реалізація власного еволюційного алгоритму для розв'язання задачі певного класу	15
РАЗОМ		120

6 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

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 вищої освіти НТУ «ДП» здійснюється за рейтинговою (100-бальною) та інституційною шкалами. Остання необхідна (за офіційною відсутністю національної шкали) для конвертації (переведення) оцінок мобільних здобувачів.

Шкали оцінювання навчальних досягнень студентів 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, відповідальності і автономії студента за вимогами НРК до 6-го кваліфікаційного рівня під час демонстрації регламентованих робочою програмою результатів навчання.

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 модульного контролю	Підсумкове оцінювання (якщо здобувач вищої освіти набрав менше 60 балів та/або прагне поліпшити оцінку)	визначення середньозваженого результату поточних контролів; виконання завдань під час заліку за бажанням здобувача
практичні	індивідуальне завдання	виконання завдань під час самостійної роботи		

Під час поточного контролю лекційні заняття оцінюються шляхом визначення якості виконання контрольних конкретизованих завдань. Практичні заняття оцінюються якістю виконання індивідуальних завдань.

Якщо зміст певного виду занять підпорядковано декільком складовим опису кваліфікаційного рівня НРК, 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 диференціального заліку має право виконувати тестове та практичне завдання, яке містить питання, що охоплюють ключові дисциплінарні результати навчання.

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

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

6.3 Критерії

Реальні результати навчання здобувача ідентифікуються та вимірюються відносно очікуваних під час контрольних заходів за допомогою критеріїв, що описують дії здобувача 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 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 бакалаврського рівня вищої освіти (подано нижче).

**Загальні критерії досягнення результатів навчання
для 6-го кваліфікаційного рівня за НРК**

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
<i>Знання</i>		
♦ концептуальні наукові та практичні знання, критичне осмислення теорій, принципів, методів і понять у сфері професійної діяльності та/або навчання	Відповідь відмінна – правильна, обґрунтована, осмислена. Характеризує наявність: - концептуальних знань; - високого ступеню володіння станом питання; - критичного осмислення основних теорій, принципів, методів і понять у навчанні та професійній діяльності	95-100
	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 студента про об'єкт вивчення	65-69
	Рівень знань мінімально задовільний	60-64
	Рівень знань незадовільний	<60
<i>Уміння/навички</i>		
♦ поглиблені когнітивні та практичні уміння/навички, майстерність та інноваційність на рівні, необхідному для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем у сфері професійної діяльності або навчання	Відповідь характеризує уміння: - виявляти проблеми; - формулювати гіпотези; - розв'язувати проблеми; - обирати адекватні методи та інструментальні засоби; - збирати та логічно й зрозуміло інтерпретувати інформацію; - використовувати інноваційні підходи до розв'язання завдання	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	60-64

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
	знання при виконанні завдань за зразком, але з неточностями	
	рівень умінь/навичок незадовільний	<60
Комунікація		
<ul style="list-style-type: none"> ◆ донесення до фахівців і нефахівців інформації, ідей, проблем, рішень, власного досвіду та аргументації; ◆ збір, інтерпретація та застосування даних; ◆ спілкування з професійних питань, у тому числі іноземною мовою, усно та письмово 	<p>Вільне володіння проблематикою галузі. 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 	95-100
	<p>Достатнє володіння проблематикою галузі з незначними хибами. Достатня зрозумілість відповіді (доповіді) з незначними хибами. Доречна комунікаційна стратегія з незначними хибами</p>	90-94
	<p>Добре володіння проблематикою галузі. Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано три вимоги)</p>	85-89
	<p>Добре володіння проблематикою галузі. Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано чотири вимоги)</p>	80-84
	<p>Добре володіння проблематикою галузі. Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано п'ять вимог)</p>	74-79
	<p>Задовільне володіння проблематикою галузі. Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано сім вимог)</p>	70-73
	<p>Часткове володіння проблематикою галузі. Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано дев'ять вимог)</p>	65-69
	<p>Фрагментарне володіння проблематикою галузі. Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та</p>	60-64

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
	комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано 10 вимог)	
	Рівень комунікації незадовільний	<60
Відповідальність і автономія		
<ul style="list-style-type: none"> ♦ управління складною технічною або професійною діяльністю чи проектами; ♦ спроможність нести відповідальність за вироблення та ухвалення рішень у непередбачуваних робочих та/або навчальних контекстах; ♦ формування суджень, що враховують соціальні, наукові та етичні аспекти; ♦ організація та керівництво професійним розвитком осіб та груп; ♦ здатність продовжувати навчання із значним ступенем автономії 	<p>Відмінне володіння компетенціями менеджменту особистості, орієнтованих на:</p> <p>1) управління комплексними проектами, що передбачає:</p> <ul style="list-style-type: none"> - дослідницький характер навчальної діяльності, позначена вмінням самостійно оцінювати різноманітні життєві ситуації, явища, факти, виявляти і відстоювати особисту позицію; - здатність до роботи в команді; - контроль власних дій; <p>2) відповідальність за прийняття рішень в непередбачуваних умовах, що включає:</p> <ul style="list-style-type: none"> - обґрунтування власних рішень положеннями нормативної бази галузевого та державного рівнів; - самостійність під час виконання поставлених завдань; - ініціативу в обговоренні проблем; - відповідальність за взаємовідносини; <p>3) відповідальність за професійний розвиток окремих осіб та/або груп осіб, що передбачає:</p> <ul style="list-style-type: none"> - використання професійно-орієнтованих навичок; - використання доказів із самостійною і правильною аргументацією; - володіння всіма видами навчальної діяльності; <p>4) здатність до подальшого навчання з високим рівнем автономності, що передбачає:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ступінь володіння фундаментальними знаннями; - самостійність оцінних суджень; - високий рівень сформованості загальнонавчальних умінь і навичок; - самостійний пошук та аналіз джерел інформації 	95-100
	Упевнене володіння компетенціями менеджменту особистості (не реалізовано дві вимоги)	90-94
	Добре володіння компетенціями менеджменту особистості (не реалізовано три вимоги)	85-89
	Добре володіння компетенціями менеджменту особистості (не реалізовано чотири вимоги)	80-84
	Добре володіння компетенціями менеджменту особистості (не реалізовано шість вимог)	74-79
	Задовільне володіння компетенціями менеджменту особистості (не реалізовано сім вимог)	70-73
	Задовільне володіння компетенціями менеджменту особистості (не реалізовано вісім вимог)	65-69
	Рівень відповідальності і автономії фрагментарний	60-64
	Рівень відповідальності і автономії незадовільний	<60

7 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Технічні засоби навчання: Ноутбук чи інший пристрій з доступом до мережі Інтернет, мультимедійні та комп'ютерні пристрої.

Засоби дистанційної освіти: Moodle, MS Teams.

Пакети приладних програм: Python (публічна ліцензія) та/або GNU Octave (публічна ліцензія).

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. Vikhar, P. A. (2016). "Evolutionary algorithms: A critical review and its future prospects". 2016 International Conference on Global Trends in Signal Processing, Information Computing and Communication (ICGTSPICC). Jalgaon. pp. 261–265. <https://doi.org/10.1109/ICGTSPICC.2016.7955308> .

4. Slowik, Adam; Kwasnicka, Halina (2020). "Evolutionary algorithms and their applications to engineering problems". *Neural Computing and Applications*. 32 (16): 12363–12379. doi:[10.1007/s00521-020-04832-8](https://doi.org/10.1007/s00521-020-04832-8)

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. Jakob, Wilfried (2021), *Applying Evolutionary Algorithms Successfully - A Guide Gained from Realworld Applications*, KIT Scientific Working Papers, vol. 170, Karlsruhe, FRG: KIT Scientific Publishing, [arXiv:2107.11300](https://arxiv.org/abs/2107.11300), doi:[10.5445/IR/1000135763](https://doi.org/10.5445/IR/1000135763)

7. Ma, Xiaoliang; Li, Xiaodong; Zhang, Qingfu; Tang, Ke; Liang, Zhengping; Xie, Weixin; Zhu, Zexuan (2019), "A Survey on Cooperative Co-Evolutionary Algorithms.", *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, 23 (3): 421–441, doi:[10.1109/TEVC.2018.2868770](https://doi.org/10.1109/TEVC.2018.2868770)

8. Wirsansky E., Hands-On Genetic Algorithms with Python // Packt Publishing, 2020 – 309 p.

9. Sheppard C., Genetic Algorithms with Python // Goodreads.com, 2019 - 297 с.

10. Katoch, S., Chauhan, S.S. and Kumar, V. (2021) A Review on Genetic Algorithm: Past, Present, and Future. *Multimedia Tools and Applications*, 80, 8091-8126. <https://doi.org/10.1007/s11042-020-10139-6>

11. García-Martínez, Carlos & Rodríguez, F.J. & Lozano, M.. (2018). Genetic algorithms. https://doi.org/10.1007/978-3-319-07124-4_28 .

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Еволюційні технології прийняття рішень в умовах невизначеності»**

для бакалаврів спеціальностей

121 Програмна інженерія

123 Комп'ютерна інженерія

124 Системний аналіз

125 Кібербезпека та захист інформації

126 Інформаційні системи та технології

Розробники:

Тімур Анатолійович Желдак,
Дмитро Миколайович Гаранжа

В редакції авторів

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