

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

Кафедра програмного забезпечення комп'ютерних систем



«ЗАТВЕРДЖЕНО»  
завідувач кафедри  
Алексєєв М.О.   
«21» 09 2026 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
«Еволюційні методи моделювання та оптимізації складних систем»

|                                   |                                              |
|-----------------------------------|----------------------------------------------|
| Галузь знань .....                | 12 Інформаційні технології                   |
| Спеціальність .....               | 121 Інженерія програмного забезпечення       |
| Рівень вищої освіти....           | другий (магістерський)                       |
| Ступінь                           | магістр                                      |
| Освітня кваліфікація              | магістр з інженерії програмного забезпечення |
| Статус.....                       | вибіркова                                    |
| Загальний обсяг .....             | 4 кредити ECTS (120 годин)                   |
| Форма підсумкового контролю ..... | іспит                                        |
| Термін викладання .....           | 2 -й семестр                                 |
| Мова викладання .....             | українська                                   |

Викладач: д.т.н., проф. каф. ПЗКС Бердник М.Г.

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

на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» 20\_\_ р.  
(підпис, ПІБ, дата)

Дніпро  
НТУ «ДП»  
2026

Робоча програма навчальної дисципліни «**«Еволюційні методи моделювання та оптимізації складних систем»**» для магістрів галузі знань 12 «Інформаційні технології» / Нац. техн. ун-т. «Дніпровська політехніка», каф. ПЗКС. – Д. : НТУ «ДП», 2026. – 14 с.

Розробник: д.т.н., проф. каф. ПЗКС Бердник М.Г

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 магістрів 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.

Погоджено рішенням методичної комісії спеціальності 121 Інженерія програмного забезпечення (протокол № 1 від 31.08.2026\_).

Рекомендовано до видання редакційною радою НТУ «ДП» (протокол № \_\_ від \_\_\_\_\_).

## ЗМІСТ

|                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ                                                     | 4  |
| 2. ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ                                    | 4  |
| 3. БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ                                                              | 4  |
| 4. ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ТА<br>ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ | 5  |
| 5. ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ                                | 5  |
| 6. ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ                                                | 8  |
| 6.1. ШКАЛИ                                                                        | 8  |
| 6.2. ЗАСОБИ ТА ПРОЦЕДУРИ                                                          | 9  |
| 6.3. КРИТЕРІЇ                                                                     | 10 |
| 7. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ                              | 13 |
| 8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ                                               | 14 |

## 1. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**Мета вивчення дисципліни:** є засвоєння основних теоретичних відомостей, практичних навичок та методів прикладного еволюційного моделювання та моделювання складних систем, надбання практичних навичок роботи з програмними засобами для побудови інтелектуальних моделей, які складають невід'ємну частину загально-математичної освіти магістра-інформатика.

В освітньо-професійній програмі Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» спеціальності 121 – Інженерія програмного забезпечення здійснено розподіл програмних результатів навчання (ПРН) за організаційними формами освітнього процесу. Відповідно до Стандарту вищої освіти із зазначеної спеціальності та освітньої програми дисципліна має забезпечити наступні програмні результати навчання:

## 2. ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

|       |                                                                                                                                                                                                                       |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| РН-01 | Розуміти фундаментальні принципи еволюційних обчислень та методологій імітаційного моделювання складних нелінійних систем.                                                                                            |
| РН-02 | Знати математичні методи та обмеження класичних і сучасних евристичних алгоритмів оптимізації (генетичних алгоритмів, мурашиних алгоритмів, диференціальної еволюції тощо).                                           |
| РН-05 | Розуміти концепцію багатокритеріальної оптимізації (множина Парето, компромісні рішення) та способи її програмної реалізації.                                                                                         |
| РН-06 | Уміти формулювати прикладні задачі ІТ-сфери (оптимізація мереж, розподіл ресурсів, налаштування моделей машинного навчання) у термінах задач оптимізації з відповідними цільовими функціями та обмеженнями.           |
| РН07  | Володіти навичками проектування, адаптації та програмної реалізації еволюційних алгоритмів за допомогою сучасних мов програмування (Python/C++) та бібліотек (наприклад, <i>DEAP</i> , <i>SciPy</i> , <i>PyGAD</i> ). |
| РН09  | Здійснювати експериментальне дослідження ефективності алгоритмів (аналіз збіжності, швидкодії, стійкості до локальних екстремумів та пошук оптимальних гіперпараметрів).                                              |
| РН13  | Уміти критично оцінювати результати, отримані за допомогою евристичних методів моделювання, та обґрунтовувати доцільність їх застосування порівняно з точними методами.                                               |

## 3. БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ

Дисципліна «Методології та технології розробки програмних систем» викладається у 1-му семестрі відповідно до навчального плану. Отже, засвоєння даної дисципліни пов'язане з успішним завершенням навчання за першим рівнем

вищої освіти за спеціальностями галузі знань 12 Інформаційні технології. Базовими дисциплінами для успішного опанування курсу є наступні: «Системний аналіз», «Алгоритмізація та програмування», «Об'єктно-орієнтоване програмування», «Організація баз даних та знань».

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

| Вид навчальних занять | Обсяг, години | Розподіл за формами навчання, години |                   |                   |                   |                   |                   |
|-----------------------|---------------|--------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                       |               | денна                                |                   | вечірня           |                   | заочна            |                   |
|                       |               | аудиторні заняття                    | самостійна робота | аудиторні заняття | самостійна робота | аудиторні заняття | самостійна робота |
| лекційні              | 74            | 34                                   | 40                |                   |                   |                   |                   |
| практичні             | 40            | 17                                   | 23                |                   |                   |                   |                   |
| Контр. заходи         | 6             | 6                                    | -                 |                   |                   |                   |                   |
| <b>РАЗОМ</b>          | <b>120</b>    | <b>51</b>                            | <b>63</b>         |                   |                   |                   |                   |

#### 5. ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

| Шифри ДРН      | Види та тематика навчальних занять                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Обсяг складових, години |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
|                | <b>ЛЕКЦІЇ</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>76</b>               |
| РН-01          | <b>Тема 1. Вступ до еволюційного моделювання та оптимізації.</b><br>Поняття складних систем. Принцип природного відбору та еволюційні обчислення як парадигма пошуку. Генетичне програмування. Модифіковані еволюційні алгоритми. Моделювання та оптимізації складних систем.                                                                  | 15                      |
| РН-02          | <b>Тема 2. Сучасні еволюційні алгоритми.</b><br>Еволюційні алгоритми рішення завдань умовної оптимізації. Еволюційні алгоритми рішення завдань багатокритеріальної безумовної оптимізації. Еволюційні алгоритми рішення нестационарних завдань оптимізації. Самонастроюючі еволюційні алгоритми оптимізації. Ймовірнісний генетичний алгоритм. | 15                      |
| РН-05<br>РН-06 | <b>Тема 3. Застосування еволюційних алгоритмів у задачах автоматизації проектування інтелектуальних інформаційних технологій.</b><br>Гібридний алгоритм генетичного програмування<br>Алгоритм генетичного програмування для пошуку приватних розв'язків диференціальних рівнянь.                                                               | 15                      |
| РН-03<br>РН-04 | <b>Тема 4. Еволюційний алгоритм автоматизованого генерування нейронної мережі.</b><br>Автоматичне формування нейронної мережі методом генетичного програмування.                                                                                                                                                                               | 14                      |

| Шифри ДРН                | Види та тематика навчальних занять                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Обсяг складових, години |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| РН-07                    | <p><b>Тема 5. Приклади вирішення практичних задач еволюційними алгоритмами.</b></p> <p>Еволюційний алгоритм автоматизованого проектування нечіткого контролера. Еволюційний алгоритм автоматизованого проектування експертної системи на нечіткій логіці. Вибір ефективної конфігурації багатопроцесорних систем обробки інформації та управління генетичними алгоритмами. Задача оптимізації роботи електростанції на паливних елементах у стаціонарному режимі. Прогнозування деградації електричних характеристик сонячних батарей космічного апарату нейросетельні моделі. Задача формування кредитного портфеля банку: знаходження оптимального набору кредитних заявок при узгодженому вигляді структури активів – пасивів. Задача прийняття рішень під час управління інноваційними процесами реструктурованого підприємства ОПК.</p> | 15                      |
|                          | <b>РАЗОМ</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>74</b>               |
| <b>ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                         |
| РН-01<br>РН-02           | <p><b>Практичне заняття №1</b></p> <p><b>Тема заняття:</b> Реалізація та дослідження базових операторів класичного генетичного алгоритму (ГА).</p> <p><b>Мета:</b> Опанування базових принципів кодування рішень, операторів селекції (рулетки, турнірної), кросоверу та мутації для простих оптимізаційних задач.</p> <p><b>Завдання:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Розробка схеми бінарного кодування для функції з однією або кількома змінними.</li> <li>2. Програмна реалізація операторів схрещування (одноточкового, двоточкового) та мутації.</li> <li>3. Дослідження впливу розміру популяції та ймовірностей операторів на швидкість збіжності ГА.</li> </ol>                                                                                                                                                  | 7                       |
| РН-03                    | <p><b>Практичне заняття №2</b></p> <p><b>Тема заняття:</b> Реалізація класичного генетичного алгоритму «з нуля»</p> <p><b>Мета:</b> Збагнути внутрішню механіку роботи еволюційних операторів без використання готових фреймворків.</p> <p><b>Завдання:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Написати власний код на мові програмування для представлення популяції у двійковому або дійсного кодуванні.</li> <li>2. Програмно реалізувати оператори: рулеткову/турнірну селекцію, одноточковий/однорідний кросовер та бітову мутацію.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                               | 7                       |

| Шифри<br>ДРН            | Види та тематика навчальних занять                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Обсяг<br>складових,<br>години |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
|                         | <p>3. Провести еволюційний цикл (ітерації поколінь) для пошуку мінімуму тестової математичної функції (наприклад, функції Растрегіна чи Сфери).</p> <p><b>Результат:</b> Робоча консольна програма, що демонструє збіжність популяції до глобального мінімуму.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                               |
| РН-07<br>РН-05<br>РН-06 | <p style="text-align: center;"><b>Практичне заняття №3</b></p> <p><b>Тема заняття:</b> Використання сучасних бібліотек еволюційних обчислень (DEAP / PyGAD)</p> <p><b>Мета:</b> Ознайомитися з промисловими інструментами для еволюційного моделювання.</p> <p><b>Завдання:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Налаштувати бібліотеку DEAP (Distributed Evolutionary Algorithms in Python) або PyGAD.</li> <li>2. Вирішити задачу багатовимірної оптимізації за допомогою готових модулів фреймворку.</li> <li>3. Налаштувати параметри еволюції (імовірність кросоверу, мутації, розмір популяції).</li> </ol> <p><b>Результат:</b> Звіт з графіками залежності якості рішення від кількості поколінь</p> | 7                             |
| РН-04                   | <p style="text-align: center;"><b>Практичне заняття №4</b></p> <p><b>Тема заняття:</b> Багатокритеріальна оптимізація та метод NSGA-II</p> <p><b>Мета:</b> Навчитися знаходити компромісні рішення в умовах суперечливих критеріїв (множина Парето).</p> <p><b>Завдання:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сформулювати дво- або трикритеріальну задачу (наприклад, мінімізація вартості та максимізація продуктивності хмарних серверів).</li> <li>2. Застосувати алгоритм NSGA-II (Non-dominated Sorting Genetic Algorithm II) за допомогою бібліотеки pymoo.</li> </ol> <p><b>Результат:</b> Побудова та візуалізація фронту Парето на графіку.</p>                                                    | 7                             |
| РН-05                   | <p style="text-align: center;"><b>Практичне заняття №5</b></p> <p><b>Тема заняття:</b> Автоматичне формування архітектури нейронної мережі методом генетичного програмування.</p> <p><b>Мета:</b> Проектування оптимальної топології та вагів штучної нейронної мережі за допомогою еволюційних підходів.</p> <p><b>Завдання:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Визначення способу кодування структури нейронної мережі (кількість шарів, нейронів, функції активації) у хромосомі.</li> <li>2. Реалізація еволюційного циклу пошуку ефективної мережі для заданого набору даних.</li> </ol>                                                                                                              | 7                             |

| Шифри ДРН | Види та тематика навчальних занять                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Обсяг складових, години |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
|           | 3. Оцінка продуктивності згенерованої мережі (валідація точності).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                         |
| РН-13     | <p align="center"><b>Практичне заняття №6</b></p> <p><b>Тема заняття:</b> Оптимізація складних організаційно-технічних та економічних систем (на прикладі управління портфелем або конфігурацією систем).</p> <p><b>Мета:</b> Розв'язання прикладної задачі великої розмірності (на вибір: формування оптимального набору кредитних заявок банку або вибір конфігурації багатопроекторних систем).</p> <p><b>Завдання:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Формалізація критеріїв ефективності та обмежень для обраної прикладної задачі (наприклад, баланс активів-пасивів або продуктивність багатопроекторної системи).</li> <li>2. Налаштування параметрів еволюційного алгоритму для роботи в умовах дискретних і комбінаторних обмежень.</li> <li>3. Аналіз та інтерпретація отриманих оптимізованих рішень.</li> </ol> | 5                       |
|           | <b>Контр. заходи</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>6</b>                |
|           | <b>Разом</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>120</b>              |

## 6. ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Оцінювання та сертифікація досягнень студентів 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 студента за дисципліною.

### 6.1 Шкали

Оцінювання навчальних досягнень студентів 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 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 студент 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 лекцій            | комплексна контрольна робота (ККР) | визначення середньозваженого результату поточних контролів;<br><br>виконання ККР під час диференційованого заліку за бажанням студента |
| 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 дескрипторам, 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 студента шляхом визначення середньозваженого значення поточних оцінок.

Незалежно від результатів поточного контролю кожен студент 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 дескриптора НРК.

### 6.3 Критерії

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

#### *Загальні критерії досягнення результатів навчання*

| Опис кваліфікаційного рівня               | Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії           | Показник оцінки |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <b>Знання</b>                             |                                                                                     |                 |
| ♦ спеціалізовані концептуальні знання, що | Відповідь відмінна – правильна, обґрунтована, осмислена.<br>Характеризує наявність: | 95-100          |

| Опис кваліфікаційного рівня                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії                                                                                                                                                                                                                                                  | Показник оцінки |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| включають сучасні наукові здобутки у сфері професійної діяльності або галузі знань і є основою для оригінального мислення та проведення досліджень, критичне осмислення проблем у галузі та на межі галузей знань                                                                                                                                                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>– спеціалізованих концептуальних знань на рівні новітніх досягнень;</li> <li>– критичне осмислення проблем у навчанні та/або професійній діяльності та на межі предметних галузей</li> </ul>                                                                                        |                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Відповідь містить не грубі 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             |
| <b>Уміння/навички</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                 |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ спеціалізовані уміння/навички розв'язання проблем, необхідні для проведення досліджень та/або провадження інноваційної діяльності з метою розвитку нових знань та процедур;</li> <li>♦ здатність інтегрувати знання та розв'язувати складні задачі у широких або мультидисциплінарних контекстах;</li> <li>♦ здатність розв'язувати проблеми у нових або незнайомих середовищах за наявності неповної або обмеженої</li> </ul> | Відповідь характеризує уміння: <ul style="list-style-type: none"> <li>– виявляти проблеми;</li> <li>– формулювати гіпотези;</li> <li>– розв'язувати проблеми;</li> <li>– оновлювати знання;</li> <li>– інтегрувати знання;</li> <li>– провадити інноваційну діяльність;</li> <li>– провадити наукову діяльність</li> </ul> | 95-100          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності з не грубими 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           |

| Опис кваліфікаційного рівня                                                                                                            | Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Показник оцінки |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| інформації з урахуванням аспектів соціальної та етичної відповідальності                                                               | Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання при виконанні завдань за зразком, але з неточностями                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 60-64           |
|                                                                                                                                        | Рівень умінь/навичок незадовільний                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <60             |
| <b>Комунікація</b>                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                 |
| ♦ зрозуміле і недвозначне донесення власних знань, висновків та аргументації до фахівців і нефахівців, зокрема до осіб, які навчаються | Зрозумілість відповіді (доповіді).<br><i>Мова:</i> правильна; чиста; ясна; точна; логічна; виразна; лаконічна.<br><i>Комунікаційна стратегія:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>– послідовний і несуперечливий розвиток думки;</li> <li>– наявність логічних власних суджень;</li> <li>– доречна аргументації та її відповідність відстоюваним положенням;</li> <li>– правильна структура відповіді (доповіді);</li> <li>– правильність відповідей на запитання;</li> <li>– доречна техніка відповідей на запитання;</li> <li>– здатність робити висновки та формулювати пропозиції;</li> <li>– використання іноземних мов у професійній діяльності</li> </ul> | 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             |
| <b>Відповідальність і автономія</b>                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                 |
|                                                                                                                                        | Відмінне володіння компетенціями:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 95-100          |

| Опис кваліфікаційного рівня                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Показник оцінки |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ управління робочими або навчальними процесами, які є складними, непередбачуваними та потребують нових стратегічних підходів;</li> <li>♦ відповідальність за внесок до професійних знань і практики та/або оцінювання результатів діяльності команд та колективів;</li> <li>♦ здатність продовжувати навчання з високим ступенем автономії</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– використання принципів та методів організації діяльності команди;</li> <li>– ефективний розподіл повноважень в структурі команди;</li> <li>– підтримка врівноважених стосунків з членами команди (відповідальність за взаємовідносини);</li> <li>– стресовитривалість;</li> <li>– саморегуляція;</li> <li>– трудова активність в екстремальних ситуаціях;</li> <li>– високий рівень особистого ставлення до справи;</li> <li>– володіння всіма видами навчальної діяльності;</li> <li>– належний рівень фундаментальних знань;</li> <li>– належний рівень сформованості загальнонавчальних умінь і навичок</li> </ul> |                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Упевнене володіння компетенціями відповідальності і автономії з незначними хибами                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 90-94           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Добре володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано дві вимоги)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 85-89           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Добре володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано три вимоги)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 80-84           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Добре володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано чотири вимоги)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 74-79           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Задовільне володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано п'ять вимог)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 70-73           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Задовільне володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано шість вимог)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 65-69           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Задовільне володіння компетенціями відповідальності і автономії (рівень фрагментарний)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 60-64           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Рівень відповідальності і автономії незадовільний                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <60             |

## 7. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Технічні засоби навчання: мультимедійні та комп'ютерні пристрої.

Засоби дистанційної освіти: Moodle, MS Teams.

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

Безкоштовні версії:

- GNU Octave 4.2.1;
- Euler - компактний безкоштовний мультиплатформний пакет чисельної математики, сумісний із Matlab;
- FreeMat - відкритий безкоштовний клон Matlab.

## 8. Рекомендовані джерела інформації

### Базова:

1. Еволюційні методи оптимізації. Комп'ютерний практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. / І. О. Савченко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електрон. текст. дані (1 файл). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2025. – 47 с.
2. Січко Т. В., Нескородєва Т. В. Методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт з дисципліни «Методи оптимізації та дослідження операцій» спеціальностей 122 «Комп'ютерні науки», 113 «Прикладна математика». Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса. 2020, 104 с.
3. Субботін С.О., Олійник А.О., Олійник О.О. Неітеративні, еволюційні та мультиагентні методи синтезу нечіткологічних і нейромережних моделей: Монографія // Під заг. ред. С. О. Субботіна. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2009. – 375 с.
4. Мороз О. Г. Аналіз застосування генетичних алгоритмів в задачах глобальної оптимізації. Control systems and computers. 2018. № 2. С. 68–79.
5. Гриник Р. О. Застосування генетичного алгоритму для вирішення задач криптоаналізу. Інформаційно-комунікаційні технології в сучасній освіті: досвід, проблеми, перспективи: матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції. 21–22 жовт. 2015 р.: зб. наук. пр. Ч. 1. Львів, Вид-во ЛДУ БЖД, 2015. С. 168–170.
6. Мельник А. М., Босько В. В., Резніченко В. А. Дослідження сучасних методів роботи та напрямків застосування генетичних алгоритмів. Інформаційні технології в економіці, медицині та освіті: матеріали VI Міжнародної науковопрактичної конференції (м. Кропивницький, 20–21 квітня 2023 ). Кропивницький, 2023. С. 75–76.

### Додаткова:

1. Бердник М.Г., **Стародубський І.П.**, Захаров Д.І. (2024). Еволюційні операції та особливості їх застосування для вирішення задачі генерації тестових даних. Інформаційне суспільство: технологічні, економічні та технічні аспекти становлення. <http://www.konferenciaonline.org.ua/ua/article/id-1657/>
2. Бердник М.Г., **Стародубський І.П.**, Захаров Д.І. (2023). Застосування генетичного алгоритму для формування наборів вхідних тестових даних. Інформаційне суспільство: технологічні, економічні та технічні аспекти становлення. <http://www.konferenciaonline.org.ua/ua/article/id-1250/>
3. Бердник М.Г., **Стародубський І.П.** (2025). Use of genetic algorithms in adaptive compilers for cross-platform optimization. Radio Electronics, Computer Science, Control. 4 (75), 185-193. DOI: <https://doi.org/10.15588/1607-3274-2025-4-16>