

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Кафедра прикладної математики

ЗАТВЕРДЖУЮ  
завідувачка кафедри



О.О. Сдвижкова

«29» серпня 2025 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
«Комп'ютерні методи дослідження математичних моделей»

|                             |                                           |
|-----------------------------|-------------------------------------------|
| Галузь знань                | 11 Математика та статистика               |
| Спеціальність               | 113 Прикладна математика                  |
| Рівень вищої освіти         | Перший (бакалаврський)                    |
| Освітня програма            | Математичне моделювання систем і процесів |
| Статус                      | Обов'язкова                               |
| Загальний обсяг             | 3 кредити ЄКТС (90 годин)                 |
| Форма підсумкового контролю | Диференційований залік                    |
| Термін викладання           | 7-й семестр (13,14 чверть)                |
| Мова викладання             | Українська                                |

Викладач: доц. Онопрієнко О.Д.

Дніпро  
НТУ «ДП»  
2025

Робоча програма навчальної дисципліни «Комп'ютерні методи дослідження математичних моделей» для здобувачів ступеню бакалавр освітньо-професійної програми «Математичне моделювання систем і процесів» спеціальності 113 Прикладна математика / Нац. техн. ун-т. «Дніпровська політехніка», каф. прикладної математики. – Д. : НТУ «ДП», 2025. – 15 с.

Розробник– доц. кафедри прикладної математики, PhD, Онопрієнко Олег Дмитрович

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.

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

Погоджено рішенням методичної комісії за спеціальністю F1 Прикладна математика (113 Прикладна математика)(протокол № 8 від 29.08.2025 ).

## ЗМІСТ

|                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.....                                                                | 4  |
| 2 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ .....                                              | 4  |
| 3 БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ .....                                                                        | 5  |
| 4 ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСІТНЬОГО ПРОЦЕСУ<br>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 .....                                                                    | 7  |
| 6.3 Критерії .....                                                                               | 8  |
| 7 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ .....                                        | 12 |
| 8 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ .....                                                         | 12 |

## 1 МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

В освітньо-професійній програмі «Математичне моделювання систем і процесів» спеціальності 113 Прикладна математика здійснено розподіл програмних результатів навчання (ПРН) за організаційними формами освітнього процесу. Зокрема, до дисципліни Ф20 «Комп'ютерні методи дослідження математичних моделей» віднесені такі результати навчання:

|      |                                                                                                                                                                                             |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| РН08 | Поєднувати методи математичного та комп'ютерного моделювання з неформальними процедурами експертного аналізу для пошуку оптимальних рішень.                                                 |
| РН11 | Вміти застосовувати сучасні технології програмування та розроблення програмного забезпечення, програмної реалізації чисельних і символьних алгоритмів                                       |
| РН22 | Розробляти математичні моделі для розв'язання сучасних прикладних задач, володіти методами оптимізації та керування. Створювати, тестувати та впроваджувати відповідний програмний продукт. |

Мета дисципліни «Комп'ютерні методи дослідження математичних моделей» – формування компетентностей щодо здатності до застосування компютерних технологій при створенні та дослідженні адаптованих математичних моделей, що відповідає професійній підготовці бакалаврів за спеціальністю 113 Прикладна математика.

Реалізація мети вимагає трансформації програмних результатів навчання в дисциплінарні, та відбір змісту навчальної дисципліни за цим критерієм.

## 2. ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

| Шифр РН | Дисциплінарні результати навчання (ДРН) |                                                                                                                                                            |
|---------|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|         | шифр ДРН                                | зміст                                                                                                                                                      |
| РН08    | РН08.1-Ф20                              | Знати і розуміти основні концепції розвитку сучасної прикладної математики, вміти поєднувати аналітичні та чисельні підходи до аналізу проблеми            |
| РН11    | РН11.1-Ф20                              | Створювати модель та обирати сучасні підходи та технології програмування, знаходити найбільш раціональний метод розв'язання та здійснювати це розв'язання. |
| РН22    | РН22.1-Ф20                              | Уміти порівнювати різні підходи до аналізу математичних моделей з метою обрання найбільш оптимального.                                                     |

### 3. БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ

| Назва дисципліни       | Здобуті дисциплінарні результати навчання                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Б2Алгебра та геометрія | Володіти основними положеннями та методами математичного, комплексного та функціонального аналізу, лінійної алгебри та теорії чисел, аналітичної геометрії, теорії диференціальних рівнянь, зокрема рівнянь у частинних похідних, теорії ймовірностей, математичної статистики та випадкових процесів, чисельними методами |
| Ф3 Програмування       | Будувати ефективні щодо точності обчислень, стійкості, швидкодії та витрат системних ресурсів алгоритми для чисельного дослідження математичних моделей та розв'язання практичних задач                                                                                                                                    |

### 4. ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСІТНЬОГО 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              | 45            | 20                                   | 25                | -                 | -                 | -                 | -                 |
| практичні             | 45            | 13                                   | 32                | -                 | -                 | -                 | -                 |
| РАЗОМ                 | 90            | 33                                   | 57                | -                 | -                 | -                 | -                 |

### 5. ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

| Шифри ДРН  | Види та тематика навчальних занять                                                    | Обсяг складових, години |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
|            | <b>ЛЕКЦІЇ</b>                                                                         | <b>45</b>               |
| РН08.1-Ф20 | <b>1. Вступ. Комп'ютерний експеримент у дослідженні моделей</b>                       | 10                      |
|            | 1.1. Ролі обчислювальних методів: аналіз, верифікація, валідація, UQ (невизначеність) |                         |
|            | 1.2. Парадигма «модель–алгоритм–дані–висновок»; відтворюваність, версіонування (Git)  |                         |
|            | 1.3.Огляд інструментів: Python (NumPy/SciPy), MATLAB/Octave, Mathcad, Jupyter/Colab   |                         |
| РН11.1-Ф20 | <b>2. Чисельна лінійна алгебра для моделей</b>                                        | 10                      |
|            | 2.1. Умовність задач, похибки подання, стабільність алгоритмів                        |                         |
|            | 2.2. Розв'язування СЛАР: прямі (LU/QR), ітераційні (CG, GMRES), попередні обчислювачі |                         |
|            | 2.3. Власні значення та сингулярні розклади в аналізі моделей (стійкість, моди)       |                         |
|            | <b>3. Нелінійні рівняння та оптимізація</b>                                           | 10                      |

| Шифри ДРН  | Види та тематика навчальних занять                                                                | Обсяг складових, години |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| RH11.1-Ф20 | 3.1. Ньютонівські та квазиньютонівські методи; глобальні стратегії (лінійний пошук, trust region) |                         |
| RH22.1-Ф20 | 3.2. Безумовна/умовна оптимізація, регуляризація, методи на градієнтах                            |                         |
|            | 3.3. Критерії зупинки, чутливість до початкових наближень, мультистарту                           |                         |
| RH11.1-Ф20 | <b>4. ОДУ/КДУ: дискретизація, точність, стійкість</b>                                             | 7                       |
|            | 4.1. ОДУ: явні/неявні схеми, жорсткі системи, оцінка локальної/глобальної похибки                 |                         |
|            | 4.2. КДУ: скінченні різниці/елементи/об'єми; узгодженість–стабільність–збіжність                  |                         |
|            | 4.3. Часові інтегратори, CFL-умова, дисперсія/дифузія схем, верифікаційні тести                   |                         |
| RH22.1-Ф20 | <b>5. Ідентифікація параметрів, калібрування та UQ</b>                                            | 8                       |
|            | 5.1. Оцінювання параметрів: МНК, ММП, Байєсівський підхід; профілі правдоподібності               |                         |
|            | 5.2. Чутливісний аналіз (локальний/глобальний), скринінг факторів (Morris, Sobol')                |                         |
|            | 5.3. Монте-Карло, латинські гіперкуби, побудова сурогатів (RBF, поліноміальні хаоси)              |                         |
|            | <b>ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ</b>                                                                          | <b>45</b>               |
| RH11.1-Ф20 | <b>1 Базові інструменти та відтворюваність</b>                                                    | 10                      |
| RH08.1-Ф20 | 1.1. Нотатники Jupyter/Colab, пакетні середовища, контроль версій (Git)                           |                         |
|            | 1.2. Шаблон репозиторію дослідження: дані, код, результати, лог-файли                             |                         |
|            | <b>2. СЛАР і власні задачі</b>                                                                    |                         |
|            | 2.1. Порівняння LU/QR/CG/GMRES на синтетичних і реальних матрицях (умовність, час)                | 5                       |
|            | 2.2. Побудова попередніх обчислювачів (ILU, Jacobi), аналіз збіжності                             | 5                       |
|            | <b>3. Нелінійні рівняння й локальна оптимізація</b>                                               |                         |
| RH22.1-Ф20 | 3.1. Розв'язання систем $f(x)=0$ (Newton/Levenberg–Marquardt), тестові функції                    | 5                       |
|            | 3.2. Калібрування простої моделі (напр., реактора/популяційної) під експериментальні дані         | 5                       |
|            | <b>4. ОДУ</b>                                                                                     |                         |
|            | 4.1. Моделювання динамічних систем: добір кроку, контроль похибки, жорсткість                     | 5                       |
|            | 4.2. Порівняння інтеграторів (RK45/BDF); побудова фазових портретів, інваріантів                  | 5                       |
|            | <b>5. КДУ (скінченні різниці/елементи)</b>                                                        |                         |
|            | 5.1. 1D/2D теплопровідність або дифузія-адвекція: сітки, граничні умови                           | 3                       |
|            | 5.2. Перевірка збіжності за сітковим кроком, оцінка CFL та дисперсійних ефектів                   | 2                       |
|            | <b>РАЗОМ</b>                                                                                      | <b>90</b>               |

## 6 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

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 інституційною 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 | Інституційна              |
|------------|---------------------------|
| 90...100   | відмінно / Excellent      |
| 74...89    | добре / Good              |
| 60...73    | задовільно / Satisfactory |
| 0...59     | незадовільно / Fail       |

Кредити навчальної дисципліни зараховується, 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, відповідальності та автономії студента за вимогами 6-го кваліфікаційного рівня НРК під час демонстрації регламентованих робочою програмою результатів навчання.

Студент на контрольних заходах має виконувати завдання, орієнтовані виключно на демонстрацію дисциплінарних результатів навчання (розділ 3).

Засоби діагностики, що надаються студентам 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; |
| практичні         | контрольні завдання за кожною темою | виконання завдань під час практичних занять  |                                    | виконання ККР під час заліку за бажанням студента           |
|                   | 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 контрольного та індивідуального завдання.

Якщо зміст певного виду занять підпорядковано декільком складовим опису кваліфікаційного рівня за 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 студента шляхом визначення середньозваженого значення поточних оцінок.

Незалежно від результатів поточного контролю кожен студент під час заліку 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 кожної складової опису кваліфікаційного рівня 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 бакалавра 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 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <b>Знання</b>                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                 |
| ♦ 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: <ul style="list-style-type: none"><li>- концептуальних знань;</li><li>- високого ступеню володіння станом питання;</li><li>- критичного осмислення основних теорій, принципів, методів і понять у навчанні та професійній діяльності</li></ul> | 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             |

| Опис кваліфікаційного рівня                                                                                                                                                                                               | Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Показник оцінки |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <b>Уміння/навички</b>                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                 |
| ♦ 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: <ul style="list-style-type: none"> <li>- виявляти проблеми;</li> <li>- формулювати гіпотези;</li> <li>- розв'язувати проблеми;</li> <li>- обирати адекватні методи та інструментальні засоби;</li> <li>- збирати та логічно й зрозуміло інтерпретувати інформацію;</li> <li>- використовувати інноваційні підходи до розв'язання завдання</li> </ul> | 95-100          |
|                                                                                                                                                                                                                           | Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності з негрубими помилками                                                                                                                                                                                                                                                                            | 90-94           |
|                                                                                                                                                                                                                           | Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації однієї вимоги                                                                                                                                                                                                                                           | 85-89           |
|                                                                                                                                                                                                                           | Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації двох вимог                                                                                                                                                                                                                                              | 80-84           |
|                                                                                                                                                                                                                           | Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації трьох вимог                                                                                                                                                                                                                                             | 74-79           |
|                                                                                                                                                                                                                           | Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації чотирьох вимог                                                                                                                                                                                                                                          | 70-73           |
|                                                                                                                                                                                                                           | Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності при виконанні завдань за зразком                                                                                                                                                                                                                                                                 | 65-69           |
|                                                                                                                                                                                                                           | Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання при виконанні завдань за зразком, але з неточностями                                                                                                                                                                                                                                                                     | 60-64           |
|                                                                                                                                                                                                                           | рівень умінь/навичок незадовільний                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <60             |
| <b>Комунікація</b>                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                 |
| ♦ донесення до фахівців і нефахівців інформації, ідей, проблем, рішень, власного досвіду та аргументації;<br>♦ збір, інтерпретація та застосування даних;                                                                 | Вільне володіння проблематикою галузі.<br>Зрозумілість відповіді (доповіді). Мова: <ul style="list-style-type: none"> <li>- правильна;</li> <li>- чиста;</li> <li>- ясна;</li> <li>- точна;</li> <li>- логічна;</li> <li>- виразна;</li> <li>- лаконічна.</li> </ul> Комунікаційна стратегія:                                                                                       | 95-100          |

| Опис кваліфікаційного рівня                                                        | Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Показник оцінки |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| ♦ спілкування з професійних питань, у тому числі іноземною мовою, усно та письмово | <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> </ul> |                 |
|                                                                                    | Достатнє володіння проблематикою галузі з незначними хибами.<br>Достатня зрозумілість відповіді (доповіді) з незначними хибами.<br>Доречна комунікаційна стратегія з незначними хибами                                                                                                                                                                                                                                                                | 90-94           |
|                                                                                    | Добре володіння проблематикою галузі.<br>Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано три вимоги)                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 85-89           |
|                                                                                    | Добре володіння проблематикою галузі.<br>Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано чотири вимоги)                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 80-84           |
|                                                                                    | Добре володіння проблематикою галузі.<br>Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано п'ять вимог)                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 74-79           |
|                                                                                    | Задовільне володіння проблематикою галузі.<br>Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано сім вимог)                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 70-73           |
|                                                                                    | Часткове володіння проблематикою галузі.<br>Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано дев'ять вимог)                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 65-69           |
|                                                                                    | Фрагментарне володіння проблематикою галузі.<br>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>                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                 |
| ♦ управління складною технічною                                                    | Відмінне володіння компетенціями менеджменту особистості, орієнтованих на:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 95-100          |

| Опис кваліфікаційного рівня                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Показник оцінки |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <p>або професійною діяльністю чи проектами;</p> <p>♦ спроможність нести відповідальність за вироблення та ухвалення рішень у непередбачуваних робочих та/або навчальних контекстах;</p> <p>♦ формування суджень, що враховують соціальні, наукові та етичні аспекти;</p> <p>♦ організація та керівництво професійним розвитком осіб та груп;</p> <p>♦ здатність продовжувати навчання із значним ступенем автономії</p> | <p>1) управління комплексними проектами, що передбачає:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- дослідницький характер навчальної діяльності, позначена вмінням самостійно оцінювати різноманітні життєві ситуації, явища, факти, виявляти і відстоювати особисту позицію;</li> <li>- здатність до роботи в команді;</li> <li>- контроль власних дій;</li> </ul> <p>2) відповідальність за прийняття рішень в непередбачуваних умовах, що включає:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- обґрунтування власних рішень положеннями нормативної бази галузевого та державного рівнів;</li> <li>- самостійність під час виконання поставлених завдань;</li> <li>- ініціативу в обговоренні проблем;</li> <li>- відповідальність за взаємовідносини;</li> </ul> <p>3) відповідальність за професійний розвиток окремих осіб та/або груп осіб, що передбачає:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- використання професійно-орієнтовних навичок;</li> <li>- використання доказів із самостійною і правильною аргументацією;</li> <li>- володіння всіма видами навчальної діяльності;</li> </ul> <p>4) здатність до подальшого навчання з високим рівнем автономності, що передбачає:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ступінь володіння фундаментальними знаннями;</li> <li>- самостійність оцінних суджень;</li> <li>- високий рівень сформованості загальнонавчальних умінь і навичок;</li> <li>- самостійний пошук та аналіз джерел інформації</li> </ul> |                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 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           |

| Опис кваліфікаційного рівня | Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії               | Показник оцінки |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
|                             | 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

Мультимедійний проектор.

Дистанційна платформа Moodle, MS Teams.

Середовища комп'ютерної математики (Mathcad, MATLAB, Maple), інструменти чисельного моделювання (Python з бібліотеками NumPy, SciPy, Matplotlib), офісні програмні засоби (MS Excel, Google Sheets) для побудови елементарних моделей і аналізу даних.

## 8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. **Zienkiewicz O.** C., Taylor R. L., Govindjee S. The Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals. 8th ed. Amsterdam : Elsevier, 2024.
2. **Hager W.** W. Applied Numerical Linear Algebra. Philadelphia : SIAM, 2022.
3. **Andrei N.** Modern Numerical Nonlinear Optimization. Cham : Springer, 2022.
4. **Lyu Y.** Finite Element Method. Singapore : Springer, 2022.
5. **Gamboa F.**, Gremaud P. A., Klein T., Lagnoux A. Global sensitivity analysis: A novel generation of mighty estimators based on rank statistics // Bernoulli. 2022. Vol. 28, No. 4.
6. **Crusenberry C.** R., Sobey A. J., TerMaath S. C. Evaluation of global sensitivity analysis methods for computational structural mechanics problems // Data-Centric Engineering. 2023. Vol. 4, No. 5.
7. **Sun X.**, Jakeman A. J., Croke B. F. W., Roberts S. G., Jakeman J. D. Assessing convergence in global sensitivity analysis: A review of methods for assessing and monitoring convergence // Socio-Environmental Systems Modelling. 2024. Vol. 6.
8. **Abdar M.**, Pourpanah F., Hussain S., Rezazadegan D., Liu L., Ghavamzadegan M., et al. A review of uncertainty quantification in deep learning: Techniques, applications and challenges // Information Fusion. 2021. Vol. 76.
9. **Puy A.**, Sorg M., Pianosi F., Saltelli A., Beven K. Discrepancy Measures for Global Sensitivity Analysis // Technometrics. 2024. Vol. 66, No. 4.
10. **Wang Q.**, Chen Z., Wan M., et al. Machine learning-aided uncertainty quantification for engineering structures // Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering. 2024. Vol. 419.
11. **Nelsen N.** H., Kovachki N., de Hoop M. V. Operator Learning Using Random Features: A Tool for Scientific Machine Learning // SIAM Journal on Mathematics of Data Science. 2024. Vol. 6, No. 3.

Додаткова література

1. Згуровський М. З., Панкратова Н. Д. Комп'ютерні методи аналізу складних систем. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 360 с.
2. Панкратова Н. Д. Математичне моделювання та комп'ютерний експеримент. Київ: Наукова думка, 2020. 312 с.
3. Григорків В. С. Комп'ютерне моделювання соціально-економічних систем. Київ: КНЕУ, 2021. 298 с.
4. Кузьмін О. Є. Чисельні методи та оптимізація в комп'ютерному моделюванні. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2022. 284 с.
5. Соловійов В. М. Математичні методи комп'ютерного моделювання. Харків: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2023. 336 с.
6. Ковальчук О. І. Комп'ютерні технології математичного моделювання. Тернопіль: ТНТУ, 2020. 260 с.
7. Жуковський Є. І. Чисельні методи в інженерних задачах. Одеса: ОНПУ, 2021. 304 с.
8. Мельник В. М. Комп'ютерне моделювання фізичних процесів. Київ: Ліра-К, 2022. 288 с.

Навчальне видання

Розробник:  
Онопрієнко Олег Дмитрович

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
«Комп'ютерні методи дослідження математичних моделей»  
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня зі спеціальності 113 Прикладна  
математика

В редакції автора

Видано  
у Національному технічному університеті «Дніпровська політехніка»  
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 1842 від 11.06.2004  
49005, м. Дніпро, просп. Дмитра Яворницького, 19