НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»

Навчально-науковий інститут інформаційних технологій та робототехніки

Кафедра комп'ютерних та інформаційних технологій і систем

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з науково-педагогічної роботи
_____Богдан КОРОБКО
«25» 08 2026 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«МАТЕМАТИЧНЕ І КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ДАНИХ»
(назва навчальної дисципліни)

Підготовки	Доктор філософії (назва ступеня вищої освіти)
Освітньої програми	Комп'ютерні науки (назва освітньої програми)
Спеціальності	122 Комп'ютерні науки (код і назва спеціальності)

Полтава
2026 рік

Робоча програма навчальної дисципліни **«Математичне і комп'ютерне моделювання та візуалізація даних»** для здобувачів вищої освіти спеціальності 122 Комп`ютерні науки, третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти.

Розробник: Двірна Олена Анатоліївна, завідувач кафедри комп'ютерних та інформаційних технологій і систем

Погоджено:

Гарант освітньої програми _____ Олена ДВІРНА

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри комп'ютерних та інформаційних технологій і систем

Протокол від «26» серпня 2026 року № 1

Завідувач кафедри комп'ютерних та
інформаційних технологій і систем _____ Олена ДВІРНА

«26» серпня 2026 року

Схвалено навчально-методичною комісією навчально-наукового
інституту інформаційних технологій та робототехніки

Протокол від «27» серпня 2026 року № 1

Голова навчально-методичної комісії навчально-наукового
інституту інформаційних технологій та робототехніки _____ Олександр ШЕФЕР

«27» серпня 2026 року

© Олена Двірна, 2026 рік
© Національний університет
імені Юрія Кондратюка, 2026 рік

1. Опис навчальної дисципліни

<table>
<tr><td rowspan="3">Найменування показників</td><td rowspan="3">Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти</td><td colspan="2">Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td colspan="2">Форма здобуття освіти</td></tr>
<tr><td>денна</td><td>заочна</td></tr>
<tr><td colspan="2">Кількість кредитів – 4</td><td rowspan="2">Галузь знань

12 Інформаційні технології</td><td colspan="2" rowspan="2">обов’язкова</td></tr>
<tr><td colspan="2">Загальна кількість годин – 120</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">Модулів – 1</td><td rowspan="5">Спеціальність

122 Комп’ютерні науки</td><td colspan="2">Рік підготовки:</td></tr>
<tr><td colspan="2">2-й</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">Змістових модулів – 2</td><td colspan="2">Семестр</td></tr>
<tr><td colspan="2">4-й</td></tr>
<tr><td rowspan="11">Індивідуальне завдання – не передбачено;</td><td colspan="2">Лекції</td></tr>
<tr><td rowspan="10">Ступінь вищої освіти

третій (освітньо-науковий) доктор філософії</td><td>20 год.</td><td>8 год</td></tr>
<tr><td colspan="2">Практичні, семінарські</td></tr>
<tr><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лабораторні</td></tr>
<tr><td>20 год.</td><td>6 год</td></tr>
<tr><td colspan="2">Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>80 год.</td><td>106 год</td></tr>
<tr><td colspan="2">Індивідуальна робота:
-</td></tr>
<tr><td colspan="2">Вид контролю:
екзамен</td></tr>
</table>

Примітка.
Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить:

для денної форми здобуття освіти – 40/120
для заочної форми здобуття освіти – 14/106

2. Мета навчальної дисципліни

Мета навчальної дисципліни **«Математичне і комп'ютерне моделювання та візуалізація даних»** – поглиблення й систематизація знань методології математичного та комп'ютерного моделювання, критичний аналіз чисельних і оптимізаційних методів, удосконалення вмінь самостійно розробляти, досліджувати та обґрунтовувати моделі складних процесів і систем, проводити відтворювані обчислювальні експерименти, застосовувати сучасні програмні засоби для статистичного аналізу й візуалізації наукових даних, оцінювати достовірність і межі застосовності отриманих результатів для розв'язування комплексних дослідницьких задач та отримання нових наукових знань у сфері комп'ютерних наук.

Навчальна дисципліна забезпечує методологічну та інструментальну підготовку здобувачів вищої освіти до проведення власних наукових досліджень, сприяє досягненню результатів навчання та формуванню таких компетентностей:

ІК. Здатність продукувати нові ідеї, розв'язувати комплексні проблеми у сфері комп'ютерних наук, застосовувати методологію наукової та педагогічної діяльності, а також проводити власне наукове дослідження, результати якого мають наукову новизну, теоретичне та практичне значення.

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

СК02. Здатність застосовувати сучасні методології, методи та інструменти експериментальних і теоретичних досліджень у сфері комп'ютерних наук, сучасні цифрові технології, бази даних та інші електронні ресурси у науковій та освітній діяльності.

СК03. Здатність виявляти, ставити та вирішувати дослідницькі науково-прикладні задачі та/або проблеми в сфері комп'ютерних наук, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Базується на попередньо опанованих дисциплінах «Сучасні інформаційні технології в науковій діяльності» та «Технології високопродуктивних, розподілених та хмарних обчислень».

4. Очікувані результати навчання з дисципліни

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти повинен:

РН04. Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у комп'ютерних науках та дотичних міждисциплінарних напрямах.

РН06. Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи.

5. Критерії оцінювання результатів навчання

Критерієм успішного проходження здобувачем вищої освіти підсумкового оцінювання може бути досягнення ним мінімальних порогових рівнів оцінок за кожним запланованим результатом вивчення навчальної дисципліни.

Мінімальний пороговий рівень оцінки варто визначати за допомогою якісних критеріїв і трансформувати в мінімальну позитивну оцінку числової (рейтингової) шкали.

Сума балів	ЄКТС значення	Оцінка за національною шкалою	Критерій оцінювання	Рівень компетентності
90 – 100	**A**	**Відмінно**	Здобувач демонструє повні й міцні знання навчального матеріалу в обсязі, що відповідає робочій програмі дисципліни, правильно й обґрунтовано приймає необхідні рішення в різних нестандартних ситуаціях. Власні пропозиції здобувача в оцінках і вирішенні практичних задач підвищує його вміння використовувати знання, які він отримав при вивченні інших дисциплін.	**Високий**, що повністю забезпечує вимоги до знань, умінь і навичок, що викладені в робочій програмі дисципліни.
82 – 89	**B**	**Добре**	Здобувач демонструє гарні знання, добре володіє матеріалом, що відповідає робочій програмі дисципліни, робить на їх основі аналіз можливих ситуацій та вміє застосовувати теоретичні положення при вирішенні практичних задач, але допускає окремі неточності. Вміє самостійно виправляти допущені помилки, кількість яких є незначною.	**Достатній**, що забезпечує здобувачу самостійне вирішення основних практичних задач.
74 - 81	**C**	**Добре**	Здобувач загалом добре володіє матеріалом, знає основні положення матеріалу, що відповідають робочій програмі дисципліни, робить на їх основі аналіз можливих ситуацій та використовує для рішення характерних/типових практичних завдань на професійному рівні. Додаткові питання про можливість використання теоретичних положень для практичного використання викликають ускладнення.	**Достатній**, конкретний рівень, за вивченим матеріалом робочої програми дисципліни.
64 - 73	**D**	**Задовільно**	Здобувач засвоїв основний теоретичний матеріал, передбачений робочою програмою дисципліни, та розуміє постановку стандартних практичних завдань, має пропозиції щодо напрямку їх вирішень. Розуміє основні положення, що є визначальними в курсі, може вирішувати подібні завдання тим, що розглядались з викладачем, але допускає значну кількість неточностей і грубих помилок, які може усувати за допомогою викладача.	**Середній**, що забезпечує достатньо надійний рівень відтворення основних положень дисципліни.

60 – 63	**E**	**Достатньо**	Здобувач засвоїв основний теоретичний матеріал, передбачений робочою програмою дисципліни, та розуміє постановку стандартних практичних завдань, має пропозиції щодо напрямку їх вирішень і володіє основними положеннями на рівні, який визначається як мінімально допустимий. Правила вирішення практичних завдань з використанням основних теоретичних положень пояснюються з труднощами. Виконання практичних завдань значно формалізовано: є відповідність алгоритму, але відсутнє глибоке розуміння роботи та взаємозв'язків з іншими дисциплінами.	**Середній,** що є мінімально допустимим у всіх складових навчальної дисципліни.
35 - 59	**FX**	**Незадовільно** з можливістю повторного складання екзамену/ диференційованого заліку	Здобувач може відтворити окремі фрагменти з курсу. Незважаючи на те, що програму навчальної дисципліни здобувач виконав, працював він пасивно, його відповіді під час лабораторних робіт в більшості є неправильними, необґрунтованими. Цілісність розуміння матеріалу з дисципліни у здобувача відсутні.	**Низький**, не забезпечує практичної реалізації задач, що формуються при вивченні дисципліни.
0 – 34	**F**	**Незадовільно** з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	Здобувач повністю не виконав вимог робочої програми навчальної дисципліни. Його знання на підсумкових етапах навчання є фрагментарними. Здобувач не допущений до здачі екзамену/ диференційованого заліку.	**Незадовільний**, здобувач не підготовлений до самостійного вирішення задач, які окреслює мета та завдання дисципліни.

6. Засоби діагностики результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання можуть бути:

✓ **поточний контроль**

- виконання лабораторних робіт
- виконання самостійної роботи (тестування)

✓ **модульний контроль**

- тестування

✓ **підсумковий контроль**

- екзамен

7. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Методологія математичного моделювання та методи дослідження моделей

Тема 1. Теоретико-методологічні основи математичного та комп'ютерного моделювання

Поняття моделі та моделювання. Роль моделювання в наукових дослідженнях у сфері комп'ютерних наук. Концептуальні, математичні та комп'ютерні моделі. Класифікація моделей: статичні й динамічні, детерміновані та стохастичні, дискретні й неперервні. Принципи та етапи моделювання. Визначення об'єкта, мети й меж дослідження. Припущення та обмеження моделей. Взаємозв'язок математичного моделювання, обчислювального експерименту та аналізу даних.

Тема 2. Методи побудови математичних моделей складних систем і процесів

Формалізація дослідницьких задач. Визначення вхідних і вихідних величин, змінних, параметрів та їхніх одиниць вимірювання. Побудова математичних залежностей між характеристиками об'єкта. Алгебраїчні та диференціальні моделі. Початкові й граничні умови. Формування обмежень і цільових функцій. Вибір рівня деталізації моделі. Програмна реалізація математичних залежностей. Застосування моделей до дослідження процесів і систем у комп'ютерних науках.

Лабораторне заняття № 1.

Тема 3. Чисельні методи дослідження математичних моделей

Чисельне розв'язування нелінійних рівнянь і систем рівнянь. Метод бісекції та метод Ньютона. Вибір початкових наближень, умови збіжності й критерії завершення обчислень. Чисельні методи розв'язування звичайних диференціальних рівнянь. Апроксимація та інтерполяція даних. Абсолютна й відносна похибки, нев'язка розв'язку. Стійкість чисельних методів. Порівняння результатів чисельного та аналітичного розв'язування. Застосування бібліотеки SciPy.

Лабораторне заняття № 2.

Тема 4. Оптимізаційні моделі та методи прийняття рішень

Математична постановка задачі оптимізації. Цільова функція, змінні рішення та допустима множина. Умовна й безумовна оптимізація. Локальний і глобальний оптимуми. Основні підходи до розв'язування однокритеріальних задач. Перевірка допустимості та якості отриманого рішення. Багатокритеріальні задачі, суперечливість критеріїв і нормування їхніх значень. Домінування, множина та фронт Парето. Метод зваженої суми. Вибір і обґрунтування компромісного рішення. Візуалізація результатів оптимізації.

Лабораторне заняття № 3.

Лабораторне заняття № 4.

Тема 5. Імітаційне моделювання складних систем

Призначення та основні підходи до імітаційного моделювання. Дискретно-подієві моделі: події, стани системи та модельний час. Метод Монте-Карло. Генерування випадкових величин із заданими розподілами. Моделювання випадкових процесів. Планування серії обчислювальних експериментів, вибір кількості реалізацій та початкових значень генератора випадкових чисел. Оцінювання середніх величин, імовірностей і довірчих інтервалів. Аналіз збіжності статистичних оцінок. Порівняння імітаційних результатів з аналітичними залежностями.

Лабораторне заняття № 5.

Змістовий модуль 2. Комп'ютерна реалізація моделей та аналіз і візуалізація наукових даних

Тема 6. Програмні засоби комп'ютерного моделювання

Організація обчислювальних досліджень засобами Python. Середовище JupyterLab та структура дослідницького notebook. Бібліотека NumPy для роботи з масивами й матричних обчислень. Бібліотека SciPy для чисельного розв'язування та оптимізації моделей. Символьні обчислення засобами SymPy. Огляд можливостей MATLAB. Організація програмного коду, параметризація моделей та автоматизація експериментів. Збереження вхідних даних, результатів і конфігурації програмного середовища. Документування та забезпечення відтворюваності обчислень.

Тема 7. Методи статистичного аналізу та оброблення наукових даних

Джерела та структура наукових даних. Завантаження й підготовка даних засобами pandas. Опрацювання пропусків, дублікатів і викидів. Описова статистика та дослідження розподілів. Кореляційний аналіз і обмеження його інтерпретації. Побудова регресійних моделей. Поділ даних на навчальну й тестову вибірки, запобігання витоку даних. Оцінювання якості прогнозування за показниками MAE, RMSE та R^2. Аналіз залишків і формулювання висновків. Особливості опрацювання даних великого обсягу та складної структури.

Лабораторне заняття № 6.

Тема 8. Методи та технології візуалізації наукових даних

Принципи побудови інформативних і коректних графічних представлень. Вибір типу візуалізації відповідно до структури даних і дослідницького питання. Лінійні графіки, діаграми розсіювання, гістограми, діаграми розмаху та теплові карти. Візуалізація багатовимірних даних. Матриці попарних залежностей і кореляційні матриці. Використання кольору, масштабу, підписів і легенд. Виявлення закономірностей та аномалій. Типові помилки й викривлення під час графічного подання даних. Бібліотеки Matplotlib і Seaborn.

Лабораторне заняття № 7.

Тема 9. Візуалізація результатів математичного та комп'ютерного моделювання

Графічне подання функцій, траєкторій і результатів обчислювальних експериментів. Двовимірна й тривимірна візуалізація. Формування координатних сіток, побудова поверхонь відгуку, контурних графіків і фазових діаграм. Візуальне дослідження залежностей між параметрами моделі. Інтерактивні графіки засобами Plotly. Перемикання параметрів, масштабування та відображення додаткових відомостей. Анімація динамічних процесів. Забезпечення порівнянності графіків і кадрів. Збереження та представлення інтерактивних результатів дослідження.

Лабораторне заняття № 8.

Лабораторне заняття № 9.

Тема 10. Верифікація, валідація та оцінювання якості математичних і комп'ютерних моделей

Розмежування верифікації програмної реалізації та валідації моделі. Перевірка початкових умов, обмежень і властивостей модельованого процесу. Порівняння з аналітичними розв'язками та еталонними обчисленнями. Оцінювання чисельної похибки й дослідження збіжності. Калібрування параметрів і перевірка моделі на незалежних даних. Аналіз чутливості результатів до зміни параметрів. Урахування невизначеності вхідних даних. Визначення меж застосовності моделі. Відтворюваність експериментів, аргументованість висновків та представлення результатів наукового дослідження.

Лабораторне заняття № 10.

8. Структура навчальної дисципліни

а) для денної форми здобуття освіти

Назви змістовних модулів і тем	Кількість годин					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с.р.
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Змістовий модуль 1. Методологія математичного моделювання та методи дослідження моделей						
Тема 1. Теоретико-методологічні основи математичного та комп'ютерного моделювання	10	2				8
Тема 2. Методи побудови математичних моделей складних систем і процесів	12	2		2		8
Тема 3. Чисельні методи дослідження математичних моделей	12	2		2		8
Тема 4. Оптимізаційні моделі та методи прийняття рішень	14	2		4		8
Тема 5. Імітаційне моделювання складних систем	12	2		2		8
Разом за змістовим модулем 1	**60**	**10**		**10**		**40**
Змістовий модуль 2. Комп'ютерна реалізація моделей та аналіз і візуалізація наукових даних						
Тема 6. Програмні засоби комп'ютерного моделювання	10	2				8
Тема 7. Методи статистичного аналізу та оброблення наукових даних	12	2		2		8
Тема 8. Методи та технології візуалізації наукових даних	12	2		2		8
Тема 9. Візуалізація результатів математичного та комп'ютерного моделювання	14	2		4		8
Тема 10. Верифікація, валідація та оцінювання якості математичних і комп'ютерних моделей	12	2		2		8
Разом за змістовим модулем 2	**60**	**10**		**10**		**40**
Усього годин	**120**	**20**		**20**		**80**

а) для заочної форми здобуття освіти

Назви змістовних модулів і тем	Кількість годин					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с.р.
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Змістовий модуль 1. Методологія математичного моделювання та методи дослідження моделей						
Тема 1. Теоретико-методологічні основи математичного та комп'ютерного моделювання	10					10
Тема 2. Методи побудови математичних моделей складних систем і процесів	12	2		2		8
Тема 3. Чисельні методи дослідження математичних моделей	12					12
Тема 4. Оптимізаційні моделі та методи прийняття рішень	14	2				12
Тема 5. Імітаційне моделювання складних систем	12					12
Разом за змістовим модулем 1	**60**	**4**		**2**		**54**
Змістовий модуль 2. Комп'ютерна реалізація моделей та аналіз і візуалізація наукових даних						
Тема 6. Програмні засоби комп'ютерного моделювання	10	2				8

Тема 7. Методи статистичного аналізу та оброблення наукових даних	14			2		12
Тема 8. Методи та технології візуалізації наукових даних	12					12
Тема 9. Візуалізація результатів математичного та комп'ютерного моделювання	12	2		2		8
Тема 10. Верифікація, валідація та оцінювання якості математичних і комп'ютерних моделей	12					12
Разом за змістовим модулем 2	**60**	**4**		**4**		**52**
Усього годин	**120**	**8**		**6**		**106**

9. Перелік питань для семінарських занять

Тема заняття та перелік питань	Кількість годин	
	для денної форми	для заочної форми
Семінарські заняття не передбачені		

10. Перелік питань для практичних занять

Тема заняття та перелік питань	Кількість годин	
	для денної форми	для заочної форми
Практичні заняття не передбачені		

11. Перелік питань для лабораторних занять

Тема заняття та перелік питань	Кількість годин	
	для денної форми	для заочної форми
Лабораторне заняття 1. Побудова та програмна реалізація математичних моделей процесів і систем 1. Визначити об'єкт моделювання, змінні, параметри, припущення та обмеження. 2. Побудувати математичну модель обраного процесу та реалізувати її засобами Python. 3. Перевірити основні властивості моделі й проаналізувати вплив параметрів на результати.	2	2
Лабораторне заняття 2. Чисельне розв'язування математичних моделей засобами Python 1. Застосувати чисельні методи розв'язування нелінійних рівнянь і систем рівнянь із використанням SciPy. 2. Порівняти результати, збіжність і кількість ітерацій різних методів. 3. Оцінити нев'язки та точність отриманих розв'язків.	2	
Лабораторне заняття 3. Розроблення та дослідження оптимізаційних моделей 1. Сформулювати цільову функцію, змінні рішення та обмеження оптимізаційної задачі. 2. Реалізувати й розв'язати модель засобами SciPy. 3. Перевірити допустимість рішення та дослідити вплив параметрів на оптимум.	2	
Лабораторне заняття 4. Багатокритеріальна оптимізація та візуалізація множини Парето 1. Сформулювати задачу з двома критеріями та визначити допустиму множину рішень. 2. Отримати недоміновані рішення й побудувати наближення фронту Парето. 3. Обрати компромісні рішення та обґрунтувати вплив ваг критеріїв на	2	

їх вибір.		
Лабораторне заняття 5. Імітаційне моделювання випадкових процесів методом Монте-Карло 1. Реалізувати стохастичну модель із заданим розподілом випадкових величин. 2. Провести серію експериментів для різних обсягів вибірки та оцінити статистичні характеристики. 3. Побудувати візуалізації, оцінити невизначеність результатів і порівняти їх з аналітичними значеннями.	2	
Лабораторне заняття 6. Статистичне оброблення та аналіз наукових даних 1. Виконати очищення й підготовку набору даних засобами pandas. 2. Розрахувати описові статистики та провести кореляційний і регресійний аналіз. 3. Оцінити якість регресійної моделі на тестовій вибірці та інтерпретувати результати.	2	2
Лабораторне заняття 7. Візуалізація багатовимірних даних засобами Python 1. Побудувати діаграми розсіювання, теплові карти та матриці попарних залежностей засобами Matplotlib і Seaborn. 2. Налаштувати підписи, легенди, масштаби й кольорові шкали. 3. Виявити та пояснити закономірності, зв’язки й можливі аномалії в даних.	2	
Лабораторне заняття 8. Тривимірна візуалізація математичних моделей і результатів обчислень 1. Сформувати координатну сітку та обчислити значення функції двох змінних. 2. Побудувати тривимірну поверхню й контурний графік. 3. Дослідити вплив щільності сітки на точність визначення екстремуму та подання результатів.	2	
Лабораторне заняття 9. Інтерактивна візуалізація та анімація результатів комп’ютерного моделювання 1. Створити інтерактивні графіки з можливістю перемикання параметрів моделі засобами Plotly. 2. Реалізувати анімацію зміни стану модельованого процесу в часі. 3. Зберегти результати в автономному HTML-форматі та перевірити роботу елементів керування.	2	2
Лабораторне заняття 10. Верифікація, валідація та аналіз чутливості комп’ютерних моделей 1. Перевірити коректність програмної реалізації шляхом порівняння з аналітичним розв’язком та оцінювання чисельної похибки. 2. Провести аналіз чутливості результатів до зміни параметрів моделі. 3. Оцінити відповідність моделі незалежним даним або навчальному синтетичному еталону, зазначивши межі перевірки та застосовності моделі.	2	
Усього годин	20	6

12. Самостійна робота

Метою самостійної роботи здобувача вищої освіти є поглиблення знань із математичного та комп'ютерного моделювання, аналізу й візуалізації даних, формування вмінь самостійно опрацьовувати наукові джерела та документацію програмних засобів, порівнювати методи дослідження, реалізовувати моделі, проводити відтворювані обчислювальні експерименти, оцінювати достовірність результатів і формулювати обґрунтовані висновки.

Види самостійної роботи здобувача вищої освіти:

– опрацювання лекційного матеріалу та рекомендованих наукових і навчальних джерел;

– підготовка до лабораторних занять, зокрема опрацювання методичних рекомендацій і документації програмних засобів;

– опрацювання питань і тем, винесених на самостійне вивчення, за рекомендованою літературою;

– підготовка до поточного тестування та аналізу дослідницьких кейсів;

– підготовка до модульних контрольних робіт із теоретичними питаннями та практичними завданнями;

– підготовка до підсумкового контролю за контрольними питаннями та завданнями у формі, визначеній навчальним планом.

Питання
для самостійного вивчення здобувачами вищої освіти

№ п/п	Тема заняття та перелік питань	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
Змістовий модуль 1. Методологія математичного моделювання та методи дослідження моделей			
Тема 1. Теоретико-методологічні основи математичного та комп'ютерного моделювання			
1	Класифікація моделей та обґрунтування вибору типу моделі для дослідницьких задач у сфері комп'ютерних наук.	4	4
2	Етапи моделювання. Визначення меж дослідження, припущень і обмежень моделі на прикладі власної наукової задачі.	4	6
Тема 2. Методи побудови математичних моделей складних систем і процесів			
3	Формалізація процесів і систем. Визначення змінних, параметрів, одиниць вимірювання та математичних залежностей.	4	4
4	Побудова динамічних моделей. Початкові й граничні умови, рівноважні стани та вибір рівня деталізації моделі.	4	4
Тема 3. Чисельні методи дослідження математичних моделей			
5	Порівняння методів розв'язування нелінійних рівнянь і систем рівнянь. Вплив початкового наближення та критеріїв завершення на результат.	4	6
6	Чисельне розв'язування диференціальних рівнянь, апроксимація та інтерполяція. Оцінювання похибок, стійкості й збіжності методів.	4	6
Тема 4. Оптимізаційні моделі та методи прийняття рішень			
7	Умовна та безумовна оптимізація. Вибір методу розв'язування, перевірка допустимості рішення та аналіз активних обмежень.	4	6
8	Багатокритеріальна оптимізація. Нормування критеріїв, побудова фронту Парето та обґрунтування компромісного рішення.	4	6
Тема 5. Імітаційне моделювання складних систем			

9	Принципи дискретно-подієвого моделювання. Події, стани та модельний час на прикладі системи обслуговування запитів.	4	6
10	Планування експериментів методом Монте-Карло. Вибір кількості реалізацій, оцінювання статистичних характеристик і довірчих інтервалів.	4	6
Разом за змістовим модулем 1		**40**	**54**
Змістовий модуль 2. Комп'ютерна реалізація моделей та аналіз і візуалізація наукових даних			
Тема 6. Програмні засоби комп'ютерного моделювання			
11	Можливості NumPy, SciPy та SymPy для реалізації математичних моделей. Порівняння чисельних і символьних обчислень.	4	4
12	Організація дослідницького notebook у JupyterLab. Автоматизація експериментів, документування коду та фіксація програмного середовища.	4	4
Тема 7. Методи статистичного аналізу та оброблення наукових даних			
13	Методи оброблення пропусків, дублікатів і викидів. Особливості підготовки даних великого обсягу та складної структури.	4	6
14	Кореляційний і регресійний аналіз. Поділ вибірок, запобігання витоку даних, оцінювання якості прогнозування та аналіз залишків.	4	6
Тема 8. Методи та технології візуалізації наукових даних			
15	Вибір графічного подання відповідно до дослідницького питання. Масштаби, кольорові шкали та типові викривлення візуалізації.	4	6
16	Візуальний аналіз багатовимірних даних. Матриці попарних залежностей, теплові карти та методи зниження розмірності.	4	6
Тема 9. Візуалізація результатів математичного та комп'ютерного моделювання			
17	Побудова поверхонь відгуку, контурних графіків і фазових діаграм. Вплив щільності координатної сітки на подання результатів.	4	4
18	Інтерактивні графіки та анімація засобами Plotly. Перемикання параметрів, забезпечення порівнянності кадрів і збереження автономних HTML-файлів.	4	4
Тема 10. Верифікація, валідація та оцінювання якості математичних і комп'ютерних моделей			
19	Методи верифікації програмної реалізації та валідації моделі. Калібрування параметрів і перевірка на незалежних даних.	4	6
20	Аналіз чутливості та невизначеності. Визначення меж застосовності моделі й обґрунтування достовірності результатів дослідження.	4	6
Разом за змістовим модулем 2		**40**	**52**
Разом		**80**	**106**

13. Індивідуальне завдання

Не передбачено планом.

14. Методи навчання

При викладанні навчальної дисципліни **«Математичне і комп'ютерне моделювання та візуалізація даних»** застосовуються словесні, наочні та практичні методи навчання.

Словесні методи використовуються під час лекцій, лабораторних занять, індивідуальних і групових консультацій. Розповідь і пояснення забезпечують засвоєння принципів побудови математичних моделей, чисельних та оптимізаційних методів, статистичного аналізу й візуалізації даних. Проблемний виклад, бесіда та обговорення дослідницьких питань сприяють формуванню вмінь обґрунтовувати припущення, вибір методів і висновки.

Наочні методи включають ілюстрацію та демонстрацію. Ілюстрація передбачає використання схем моделей, алгоритмів, таблиць, діаграм і графіків. Демонстрація охоплює виконання програмного коду, роботу чисельних алгоритмів, побудову двовимірних і тривимірних графіків, інтерактивних візуалізацій та анімацій. Зміна параметрів моделей під час демонстрації дає змогу дослідити їхній вплив на результати обчислень.

Практичні методи реалізуються через виконання лабораторних робіт, розв'язування дослідницьких задач та проведення обчислювальних експериментів. Здобувачі вищої освіти формалізують задачі, розробляють математичні моделі, здійснюють їх програмну реалізацію, обробляють дані, візуалізують результати, виконують верифікацію, валідацію та аналіз чутливості. Застосовуються дослідницький метод і кейс-метод, зокрема аналіз задач, пов'язаних із тематикою дисертаційних досліджень здобувачів.

Інструменти, обладнання та програмне забезпечення. Для навчання використовуються персональні комп'ютери або ноутбуки, мультимедійний проєктор чи дисплей, електронні навчальні матеріали, набори даних та доступ до електронних наукових ресурсів і документації. Програмне забезпечення: Python 3, JupyterLab або Jupyter Notebook; бібліотеки NumPy, SciPy, SymPy, pandas, Matplotlib, Seaborn, Plotly та scikit-learn. Ці засоби використовуються для реалізації моделей, чисельних і символьних обчислень, оптимізації, статистичного аналізу та візуалізації даних.

Методи формування soft skills. Робота в парах і малих групах під час аналізу кейсів та порівняння результатів експериментів розвиває командну взаємодію, відповідальність і вміння узгоджувати рішення. Дискусії щодо вибору моделей, методів і способів візуалізації формують критичне мислення та навички аргументації. Представлення й захист лабораторних робіт розвивають уміння зрозуміло пояснювати складні результати та відповідати на запитання. Взаємне рецензування коду, графіків і висновків сприяє конструктивному наданню та сприйняттю зворотного зв'язку. Самостійне планування експериментів і документування результатів формують навички самоорганізації, управління часом та академічної доброчесності.

15. Методи контролю

Поточний контроль здійснюється шляхом перевірки та оцінювання виконання лабораторних робіт та опанування знань самостійної роботи у формі тестування. Оцінюються коректність математичних моделей та програмної реалізації, якість аналізу й візуалізації даних, перевірка результатів та обґрунтованість висновків.

Модульний контроль є складовою поточного контролю та проводиться наприкінці кожного з двох змістових модулів у формі тестування.

Підсумковий контроль здійснюється у формі екзамену та передбачає перевірку знань і вмінь із моделювання, аналізу та візуалізації даних відповідно до результатів навчання.

16. Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти

Схема нарахування балів для денної форми здобуття освіти з навчальної дисципліни «**Математичне і комп'ютерне моделювання та візуалізація даних**» за видами робіт

Види робіт/контролю	***Перелік тем***										
	Тема 1	*Тема 2*	*Тема 3*	*Тема 4*		*Тема 5*	*Тема 6*	*Тема 7*	*Тема 8*	*Тема 9*		*Тема 10*
	Лабораторне заняття											
		1	***2***	***3***	***4***	***5***		***6***	***7***	***8***	***9***	***10***
Самостійна робота (тестування)	1	1	1	1		1	1	1	1	1		1
Виконання лабораторних робіт		3	3	3	3	3		3	3	3	3	3
Модульний контроль (тестування)						5						5
Всього за темами	**1**	**4**	**4**	**7**		**9**	**1**	**4**	**4**	**7**		**9**
Екзамен	***50***											
Всього за результатами вивчення навчальної дисципліни	***100***											

Схема нарахування балів для заочної форми здобуття освіти з навчальної дисципліни «**Математичне і комп'ютерне моделювання та візуалізація даних**» за видами робіт

Види робіт/контролю	***Перелік тем***									
	Тема 1	*Тема 2*	*Тема 3*	*Тема 4*	*Тема 5*	*Тема 6*	*Тема 7*	*Тема 8*	*Тема 9*	*Тема 10*
	Лабораторне заняття									
		1				***2***			***3***	
Самостійна робота (тестування)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Виконання лабораторних робіт		4				4			4	
Модульна контрольна робота					9					9
Всього за темами	**2**	**6**	**2**	**2**	**11**	**6**	**2**	**2**	**6**	**11**
Екзамен	***50***									
Всього за результатами вивчення навчальної дисципліни	***100***									

Шкала та критерії оцінювання виконання лабораторних робіт

Бали		Критерії оцінювання
для денної форми здобуття освіти	**для заочної форми здобуття освіти**	
3	**4**	Завдання лабораторної роботи виконано в повному обсязі. Математична модель і програмна реалізація коректні, результати обчислень перевірено, дані належно проаналізовано та візуалізовано відповідно до завдання. Звіт оформлено належним чином, висновки обґрунтовані й відображають розуміння отриманих результатів.
2	**2-3**	Завдання лабораторної роботи виконано переважно в повному обсязі. Допущено несуттєві помилки в обчисленнях, візуалізації або оформленні звіту, які не змінюють основних результатів. Аналіз і перевірка результатів недостатньо повні, але висновки загалом правильні.
1	**1**	Завдання лабораторної роботи виконано частково. Програмна реалізація забезпечує отримання окремих коректних результатів, проте їх перевірка, аналіз і візуалізація обмежені. Звіт має недоліки, висновки лише частково розкривають зміст виконаного завдання.
0	**0**	Лабораторну роботу не виконано або допущено суттєві помилки в моделі чи програмній реалізації, що унеможливлюють отримання коректних основних результатів.

Оцінювання самостійної роботи (тестування):
для денної форми здобуття освіти:

- кожна правильна відповідь оцінюється у фіксовану кількість балів *(0,1×10=1);*
- правильність відповідей перевіряється відповідно до ключа тестів.

для заочної форми здобуття освіти:

- кожна правильна відповідь оцінюється у фіксовану кількість балів *(0,2×10=2);*
- правильність відповідей перевіряється відповідно до ключа тестів.

Оцінювання модульного контролю (тестування):
для денної форми здобуття освіти:

- кожна правильна відповідь оцінюється у фіксовану кількість балів *(0,25×20=5);*
- правильність відповідей перевіряється відповідно до ключа тестів.

для заочної форми здобуття освіти:

- кожна правильна відповідь оцінюється у фіксовану кількість балів *(0,9×10=9);*
- правильність відповідей перевіряється відповідно до ключа тестів.

Шкала та критерії оцінювання знань здобувачів вищої освіти результатами складання екзамену

№	Вид завдання	Бали	Критерії оцінювання
1	2 Питання. (макс. по 15 балів)	12-15	Питання розкрито повністю, відповідь обґрунтована, логічно побудована, що свідчить про високий засвоєння матеріалу відповідно вказаних програмних результатів навчання.
		8-11	Питання розкрите, матеріал викладено у логічній послідовності, відповідь правильна або із незначними неточностями, що свідчить про достатній рівень засвоєння матеріалу відповідно вказаних програмних результатів навчання.

		4-7	Питання розкрито в цілому, відповідь містить несуттєві помилки, що свідчить про середній рівень засвоєння матеріалу відповідно вказаних програмних результатів навчання.
		0-3	Механічне відтворення матеріалу із суттєвими помилками, що не може свідчити про формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти.
2	Практичне завдання	16-20	Завдання вирішено повністю та правильно, виклад рішеннч здійснено чітко, у логічній послідовності, відповідь обґрунтована, що свідчить про високий рівень засвоєння матеріалу відповідно до програмних результатів навчання та здатності його застосування під час вирішення практичних завдань.
		11-15	Завдання вирішено правильно або із незначними неточностями, виклад рішення здійснено у логічній послідовності, відповідь достатньо обґрунтована, що свідчить про достатній рівень засвоєння матеріалу відповідно до програмних результатів навчання та здатності його застосування під час вирішення практичних завдань.
		6-10	Завдання вирішено, однак рішення містить помилки, порушена логічність викладу матеріалу, що свідчить про середній рівень засвоєння теоретичного матеріалу відповідно до програмних результатів навчання та здатності його застосування під час вирішення практичних завдань.
		0-5	Відсутнє вирішення завдання або вирішення з суттєвими помилками, що не може свідчити про формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

100-бальна рейтингова система оцінювання	Оцінка за шкалою ЄКТС	Оцінка за національною шкалою для екзамену, диференційованого заліку, курсового проекту (роботи), практики
90 – 100	**A** – відмінно	**5** – відмінно
82 – 89	**B** – дуже добре	**4** – добре
74 – 81	**C** – добре	
64 – 73	**D** – задовільно	**3** – задовільно
60 – 63	**E** – достатньо	
35 – 59	**FX** – незадовільно з можливістю повторного складання	**2 –** незадовільно
0 – 34	**F** – незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	

Правила модульно-рейтингового оцінювання знань

Загальна трудомісткість дисципліни – 100 балів, із них: 50 балів відведено на поточний контроль, а 50 балів – на підсумковий.

1. Поточний контроль. Бали, отримані впродовж семестру, розподіляються за видами навчальної діяльності таким чином: виконання та захист 10 лабораторних робіт – **до 30 балів**, максимально по 3 бали за кожну роботу; оцінювання результатів самостійної роботи шляхом тестування за 10 темами – **до 10 балів**, максимально по 1 балу за кожну тему; модульний контроль наприкінці кожного з двох змістових модулів – **до 10 балів**, максимально по 5 балів за кожний контрольний захід. Загальна максимальна кількість балів за поточний контроль,

включаючи модульний, становить **50 балів**. Оцінювання здійснюється за критеріями, визначеними в п. 16.

Присутність на лекціях і лабораторних заняттях не оцінюється в балах. Пропущені лабораторні заняття підлягають обов'язковому відпрацюванню в індивідуальному порядку під час консультацій шляхом виконання та захисту відповідних робіт. Пропущене заняття має бути відпрацьоване впродовж двох наступних тижнів. У разі тривалої відсутності здобувача вищої освіти з поважної причини встановлюється індивідуальний графік відпрацювання, але не пізніше початку екзаменаційної сесії.

2. Підсумковий контроль Підсумковим контролем є екзамен. Здійснюється відповідно до вимог «Положення про організацію освітнього процесу в Національному університеті «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка».

17. Методичне забезпечення

1. **Двірна О.А.** Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Математичне і комп'ютерне моделювання та візуалізація даних» для здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти спеціальності **122 «Комп'ютерні науки»** Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», Полтава, 2026 р. – 85 с.
2. **Двірна О.А.** Методичні рекомендації для самостійної роботи з дисципліни **«Математичне і комп'ютерне моделювання та візуалізація даних»** для здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти спеціальності **122 «Комп'ютерні науки»** Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», Полтава, 2025 р. – 18 с.

18. Рекомендована література

Базова

1. Балтовський О. А., Форос Г. В., Сіфоров О. І. Основи математичного моделювання : навчальний посібник / за заг. ред. О. А. Балтовського. Одеса : Одеський державний університет внутрішніх справ, 2023. 156 с.
2. Дичка І. А., Онай М. В., Заболотня Т. М. Математичне моделювання систем і процесів: комп'ютерний практикум : навчальний посібник. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 128 с.
3. Li R., Nakano A. *Simulation with Python: Develop Simulation and Modeling in Natural Sciences, Engineering, and Social Sciences*. Berkeley, CA : Apress, 2022. 166 p. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4842-8185-7.
4. Bianconi F. *Data and Process Visualisation for Graphic Communication: A Hands-on Approach with Python*. Cham : Springer, 2024. 242 p. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-57051-3.
5. Semenova N. V., Koliechkina L. M., Dvirna O. A. Solving a Multi-Objective Optimization Problem on Combinatorial Point Configurations. *Cybernetics and Systems Analysis*. 2026. Vol. 62, № 2. P. 255–268. DOI: https://doi.org/10.1007/s10559-026-00862-7.
6. Wang J., Wang A. *Introduction to Computation in Physical Sciences: Interactive Computing and Visualization with Python*. Cham : Springer, 2023. 255 p. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-17646-3.

Допоміжна

6. Pajankar A. *Practical Python Data Visualization: A Fast Track Approach to Learning Data Visualization with Python*. Berkeley, CA : Apress, 2021. 160 p. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4842-6455-3.
7. Koliechkina L. N., Dvirna O. A., Khovben S. V. A Two-Step Method for Solving Vector Optimization Problems on Permutation Configuration. *Cybernetics and Systems Analysis*. 2021. Vol. 57, № 3. P. 442–454. DOI: https://doi.org/10.1007/s10559-021-00369-3.

8. Dvirna O., Verhal K., Ivanov Y. The Higher Educational Information System: Management of the Timetable Scheduling and Logistics of the Educational Process. *Системи управління, навігації та зв'язку*. 2023. № 3 (73). С. 86–92. DOI: https://doi.org/10.26906/SUNZ.2023.3.086.

9. Korites B. *Python Graphics: A Reference for Creating 2D and 3D Images*. 2nd ed. Berkeley, CA : Apress, 2023. 488 p. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4842-9660-8.

10. Natt O. *Physik mit Python: Simulationen, Visualisierungen und Animationen von Anfang an*. 2. Aufl. Berlin ; Heidelberg : Springer Spektrum, 2022. 423 S. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-662-66454-4.

11. VanderPlas J. *Python Data Science Handbook: Essential Tools for Working with Data*. Sebastopol, CA : O'Reilly Media, 2016.

12. Wilke C. O. *Fundamentals of Data Visualization: A Primer on Making Informative and Compelling Figures*. Sebastopol, CA : O'Reilly Media, 2019. 387 p.

13. Linge S., Langtangen H. P. *Programming for Computations – Python: A Gentle Introduction to Numerical Simulations with Python*. Cham : Springer, 2016. 232 p. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-32428-9.

14. Turner P. R., Arildsen T., Kavanagh K. Applied Scientific Computing: With Python. Cham : Springer, 2018. 272 p. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-89575-8.

15. Пташенко Т. В., Двірна О. А. Розроблення застосунку для підбору передаточних чисел для одношвидкісних велосипедів із використанням нечіткої логіки та штучного інтелекту. Computer Science and Applied Mathematics. 2026. № 1. С. 155–162. DOI: https://doi.org/10.26661/2786-6254-2026-1-15

16. Двірна О. А., Набока С. В. Оптимізація продуктивності хмарних сервісів: методи та їх ефективність. Системи управління, навігації та зв'язку. 2026. № 1 (83). С. 62–68. DOI: https://doi.org/10.26906/SUNZ.2026.1.062

19. Інтернет-ресурси

1. Сторінка курсу на платформі Moodle: https://dist.nupp.edu.ua/course/view.php?id=8032.
2. Офіційна документація NumPy. URL: https://numpy.org/doc/
3. Офіційна документація SciPy. URL: https://docs.scipy.org/doc/scipy/
4. Офіційна документація pandas. URL: https://pandas.pydata.org/docs/
5. Офіційна документація Matplotlib. URL: https://matplotlib.org/stable/
6. Plotly Python – документація та приклади. URL: https://plotly.com/python/
7. scikit-learn – посібник користувача. URL: https://scikit-learn.org/stable/user_guide.html
8. eNUPPIR – інституційний репозитарій Полтавської політехніки. URL: https://reposit.nupp.edu.ua/
9. UCI Machine Learning Repository. URL: https://archive.ics.uci.edu/
10. MIT OpenCourseWare. Introduction to Numerical Analysis. URL: https://ocw.mit.edu/courses/18-330-introduction-to-numerical-analysis-spring-2012/
11. Неформальна освіта. Курс «Introduction to Computational Thinking and Data Science» (MIT OpenCourseWare). URL: https://ocw.mit.edu/courses/6-0002-introduction-to-computational-thinking-and-data-science-fall-2016/.
12. Неформальна освіта. Курс «Data Visualization» (Kaggle Learn). URL: https://www.kaggle.com/learn/data-visualization.
13. Неформальна освіта. Курс «Pandas» (Kaggle Learn). URL: https://www.kaggle.com/learn/pandas.