

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
Навчально-науковий інститут фізико - технічних та комп'ютерних наук
Кафедра термоелектрики та медичної фізики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Директор навчально-наукового інституту
фізико-технічних та комп'ютерних наук

Олег АНГЕЛЬСЬКИЙ
“09” серпня 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА
навчальної дисципліни
ПРОГРАМУВАННЯ ДЛЯ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ. ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ
МЕТОДИ ФІЗИКИ НАНОСТРУКТУР
(вибіркова)

Освітньо-професійна програма Прикладна фізика та наноматеріали

Спеціальність 105 Прикладна фізика та наноматеріали

Галузь знань 10 Природничі науки

Рівень вищої освіти Третій (освітньо-науковий)

Навчально-науковий інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук

Мова навчання Українська

Чернівці 2024 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Програмування для наукових досліджень. Обчислювальні методи фізики наноструктур» складена відповідно до освітньо-наукової програми «Прикладна фізика та наноматеріали» підготовки здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти за спеціальністю 105 Прикладна фізика та наноматеріали галузі знань 10 Природничі науки.

Розробник:

Головацький Володимир Анатолійович, професор, доктор фізико-математичних наук, професор.

Викладач:

Головацький Володимир Анатолійович, професор, доктор фізико-математичних наук, професор.

Погоджено з гарантом ОП і затверджено на засіданні кафедри термоелектрики та медичної фізики ННІФТКН ЧНУ імені Юрія Федьковича

Протокол № 1 від 09 серпня 2024 року


В.о. завідувача кафедри


Кобилянський Р.Р.

Схвалено методичною радою ННІФТКН

Протокол № 1 від 09 серпня 2024 року

Голова методичної ради ННІФТКН


Козарський І.П.

Пояснювальна записка

МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Набуття здобувачами теоретичних знань і практичних навичок програмування, чисельного моделювання та обчислювального аналізу, необхідних для проведення сучасних наукових досліджень у галузі фізики наноструктур. Дисципліна спрямована на формування вмінь застосовувати мову програмування Python, спеціалізовані бібліотеки SciPy та SymPy, а також комп'ютерні системи Wolfram Mathematica і COMSOL Multiphysics для розв'язання прикладних задач, зокрема — для чисельного розв'язання диференціальних рівнянь, обчислення власних значень і моделювання фізичних процесів у наносистемах.

ПРЕРЕКВІЗИТИ

Для ефективного засвоєння даної дисципліни будуть корисні знання, отримані на нижчих рівнях освіти з курсів, що стосуються програмування та математичного моделювання

РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньо-наукової програми «Прикладна фізика та наноматеріали», вивчення дисципліни «Програмування для наукових досліджень. Обчислювальні методи фізики наноструктур» сприяє формуванню у здобувачів третього рівня вищої освіти таких *компетентностей*:

Загальні компетентності (ЗК)

- ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК6. Здатність використання новітніх інформаційних і комунікаційних технологій, спеціалізованого програмного забезпечення у науковій та навчальній діяльності.
- ЗК10. Здатність виявляти, ставити й вирішувати проблеми та проводити дослідження на відповідному рівні, планувати й прогнозувати результати.

Фахові компетентності (ФК)

- ФК2. Здатність використовувати закони й принципи прикладної фізики та наноматеріалів у поєднанні із математичними інструментами для опису природних явищ.
- ФК6. Компетентність створення та налаштування комп'ютерних програм за власноруч розробленими алгоритмами.
- ФК9. Здатність до продукування нових ідей і розв'язання комплексних проблем у вибраній області фізичних досліджень.
- ФК12. Здатність створювати та порівнювати між собою фізичні та математичні моделі фізичних об'єктів, процесів та явищ

Програмні результати навчання (ПРН)

- ПРН2. Здатність здійснити завершене оригінальне дослідження, що ґрунтується на використанні сучасних методів науки.
- ПРН8. Уміти розробляти та досліджувати фізичні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у прикладній фізиці та дотичних міждисциплінарних напрямках.

Опис змісту робочої програми навчальної дисципліни

Загальна інформація про розподіл годин

Назва навчальної дисципліни Програмування для наукових досліджень. Обчислювальні методи фізики наноструктур												
Форма навчання	Рік підготовки	Семестр	Кількість		Кількість годин						Вид підсумкового контролю	
			кредитів	годин	Лекції	Практичні	Семінарські	Лабораторні	самостійна робота	Індивідуальна робота		
Денна	1	1	4	120	10	20				90		екзамен
Заочна	1	1	4	120	6	6				108		екзамен

Структура змісту навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Усього	у тому числі				
		Л	п	Лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7
Модуль 1. Програмування для наукових досліджень						
Тема 1. Основи програмування мовою Python.	8	1	1			6
Тема 2. Організація складних програм мовою Python. Використання модулів та спеціалізованих бібліотек.	22	2	3			17
Тема 3. Використання бібліотек Python для числових розрахунків SciPy та для аналітичних перетворень SymPy	18	1	4			13
Разом за ЗМ 1	48	4	8			36
Модуль 2. Числові методи для моделювання наноструктур						
Тема 4. Числові методи розв'язку диференціальних рівнянь. Обчислення власних значень та власних функцій в задачах дослідження енергетичного спектру квазічастинок в наносистемах.	24	2	4			18
Тема 5. Числові та аналітичні методи в системі комп'ютерної алгебри Wolfram Mathematica для дослідження сферичних наноструктур.	24	2	4			18
Тема 6. Використання COMSOL Multiphysics для моделювання квантових точок різної геометрії	24	2	4			18
Разом за ЗМ 2	72	6	12			54
Всього	120	10	20			90

Тематика лекційних занять з переліком питань

№	Назва теми лекції
1.	Програмування в Python для наукових досліджень: синтаксис, структура програм, функції, модулі. Огляд основних конструкцій мови Python. Написання структурованих програм. Робота з функціями, модулями та зовнішніми бібліотеками. Основи обробки числових даних.
2.	Числові методи інтегрування, диференціювання та розв'язання рівнянь в Python Методи прямокутників, трапецій, Сімпсона, Монте-Карло. Диференціювання за допомогою різницевої схем. Методи половинного ділення, Ньютона, січних.
3.	Бібліотеки Python для наукових обчислень: SciPy та SymPy Чисельне інтегрування, інтерполяція, розв'язання диференціальних рівнянь, пошук коренів рівнянь. Аналітичні обчислення з використанням SymPy
4.	Числові методи в задачах моделювання наноструктур: розв'язання рівнянь Шредінгера. Методи для обчислення власних значень та функцій. Побудова енергетичних спектрів у квантових точках, кільцях, ямах.
5.	Моделювання фізичних процесів у Wolfram Mathematica та COMSOL Multiphysics Аналітичні й числові методи в Mathematica. Створення моделей сферичних наноструктур. Моделювання в COMSOL: побудова геометрії, створення сітки, розв'язання задач для квантових точок.

Тематика практичних занять з переліком питань

№	Назва теми (завдання)
1.	Основи програмування в Python. Робота в середовищах розробки.
2.	Функції, модулі, обробка помилок
3.	Робота з масивами та матрицями.
4.	Числове інтегрування
5.	Розв'язання нелінійних рівнянь
6.	Числове диференціювання та розв'язок диференціальних рівнянь
7.	Визначник матриці: метод мінорів і метод Гауса
8.	Бібліотека SciPy для наукових обчислень
9.	Wolfram Mathematica: числові та графічні методи для наукових досліджень
10.	Моделювання квантових точок у COMSOL Multiphysics

Завдання для самостійної роботи аспірантів

№	Назва теми (завдання)
1.	Порівняти результати інтегрування функції аналітично та чисельно (методами трапецій, Сімпсона, Монте-Карло). Побудувати графіки залежності похибки від кроку. Зробити висновки щодо придатності кожного методу до різних типів функцій.
2.	Реалізувати метод Ейлера та Рунге-Кутта 4-го порядку для заданого диференціального рівняння. Порівняти точність обох методів для цієї задачі.
3.	Побудувати модель коливального процесу з візуалізацією (наприклад, маятник, фігури Лісажу). Створити коротку інструкцію для користувача та опис застосованих методів.
4.	Підготувати реферат або презентацію на одну з тем: "Методи скінченних різниць", "Спектральні методи", "Метод скінченних елементів", "Метод Монте-Карло в фізиці". Обов'язково включити приклади задач і сфер застосування.
5.	Ознайомитися з документацією SciPy, NumPy, Matplotlib. Виконати декілька прикладів з офіційного сайту або GitHub. Описати нові функції, які були вивчені, і приклад їх використання.
6.	Підготувати коротку доповідь (7–10 хв) про застосування числових методів у

	власному науковому дослідженні.
7.	Розробити програму для оцінки енергетичного спектру електронів в сферичній квантовій точці CdS заданого розміру. Використати бібліотеки NumPy, SciPy, SymPy.
8.	Розробити програму для оцінки енергетичного спектру електронів в сферичній квантовій точці HgS/CdS заданого розміру.
9.	Ознайомлення з комп'ютерними демонстраціями фізичних процесів в системі <i>Wolfram Demonstration Project</i>
10.	Ознайомлення з можливостями мови <i>Maple</i> для аналітичних та числових розрахунків

Контроль виконання завдань, винесених на самостійне опрацювання проводиться в рамках модульного контролю. Бали за цю роботу входять у загальну кількість балів за конкретний модуль.

МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Методи навчання:

лекції: проблемний виклад, частково-пошукові та дослідницькі методи, презентації, бесіди і дискусії;

практичні заняття: репродуктивний метод, дослідницький метод;

Самостійна робота аспірантів передбачає: конспектування лекційного матеріалу; вивчення теоретичного матеріалу лекційних занять та опрацювання літературних джерел, рекомендованих цією програмою; проведення розрахунків та підготовку звітів з практичних робіт.

Інтерактивні методи навчання: застосування електронних мультимедійних комплексів навчальних дисциплін та ресурсів, а також платформи для дистанційного навчання Moodle (<https://moodle.chnu.edu.ua>).

Форми навчальних занять: лекції, лабораторні заняття, практичні заняття, консультації.

Система контролю та оцінювання

Методи контролю

У процесі оцінювання навчальних досягнень застосовуємо методи усного і письмового контролю, зокрема такі **засоби оцінювання** та демонстрування результатів навчання:

- *засоби усного контролю:* індивідуальне опитування, фронтальне опитування, презентації результатів виконаних завдань;
- *засоби письмового контролю:* контрольні роботи, тестування, самостійні роботи, виконання та захист лабораторних;
- *засоби самоконтролю:* уміння самостійно оцінювати свої знання, самоаналіз.

У разі проведення навчального процесу та оцінювання у дистанційній формі використовуються засоби Moodle (у тому числі тестування; <https://moodle.chnu.edu.ua>).

Система оцінювання знань є накопичувальною (складається із суми балів за різними видами здійсненого контролю).

Форми контролю

Основними формами поточного контролю є:

- усні відповіді аспірантів;
- виконання тестових завдань з метою перевірки рівня засвоєння теоретичного матеріалу за навчальними темами;
- усна відповідь аспіранта при здачі лабораторної роботи;
- виконання модульної контрольної роботи (тестування та розв'язання навчально-професійних задач).

Зазначені форми контролю на лекційних, практичних та лабораторних заняттях є обов'язковими для всіх аспірантів.

Форма підсумкового контролю – екзамен.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

поточного та підсумкового контролю навчальних досягнень

Критерії оцінювання навчальних досягнень аспірантів за результатами поточного контролю

Критеріями оцінювання навчальних досягнень аспірантів за результатами поточного контролю є:

- Знання теоретичного матеріалу
- Практичні навички
- Самостійність і критичне мислення
- Якість виконання завдань
- Активність на заняттях
- Дотримання термінів виконання завдань
- Академічна доброчесність

Розподіл балів, які отримують аспіранти за модулі

Поточне оцінювання (аудиторна, самостійна робота та модульний контроль)						Кількість балів (екзамен)	Сумарна к-ть балів
Змістовий модуль №1			Змістовий модуль №2				
T1	T2	T3	T4	T5	T6		
5	15	10	10	10	10	40	100

T1, T2, T3, T4, T5, T6 – теми змістових модулів.

Критерії підсумкового оцінювання результатів навчання аспірантів з навчальної дисципліни

Критерієм підсумкового оцінювання є досягнення аспірантом певних знань передбаченим результатом навчання, коли аспірант опанував теоретичними та практичними знаннями навчальної дисципліни.

На екзамен виносяться питання теоретичних знань і практичних навиків аспірантів з навчальної дисципліни. Екзаменаційні білети містять два теоретичних питання і одну практичну задачу.

Теоретичні питання (пункт 1 і 2 білетів) оцінюються максимальною кількістю балів рівною 15 за наступними критеріями:

- ◆ **13-15 балів:** коли аспірантом дані правильні вичерпні відповіді на всі поставлені запитання.
- ◆ **9-12 балів:** коли аспірантом дані правильні відповіді на всі поставлені запитання, але відповіді не зовсім повні, в окремих випадках допущені незначні неточності у формулюванні, окремі моменти не дістали належного з'ясування.
- ◆ **6-8 балів:** коли відповідь аспіранта правильна і становить більше половини матеріалу, що містять питання згідно програми, але присутні істотні помилки.
- ◆ **0-5 балів:** коли не дано правильні відповіді на поставлені запитання, або відповіді надто поверхові, непослідовні і неточні.

Практичне завдання (пункт 3 білетів, тобто програма на Python чи Wolfram Mathematica або практичне завдання з COMSOL оцінюються максимальною кількістю балів рівною 10 за наступними критеріями:

- ◆ **10 балів** – Завдання виконано повністю правильно, обґрунтовано, оформлено логічно й структуровано.
- ◆ **8-9 балів** – Загалом правильно, але є незначні неточності.
- ◆ **6-7 балів** – Основна ідея правильна, але є кілька помітних помилок.

- ◆ **4–5 балів** – Присутня спроба виконання завдання, але є серйозні.
- ◆ **2–3 бали** – Невірний підхід або значні помилки при виконанні завдання.
- ◆ **1 бал** – Слабка спроба виконання завдання без логічного пояснення.
- ◆ **0 балів** – Завдання не виконане і спроб виконання не було.

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ЄКТС	
	Оцінка (бали)	Пояснення за розширеною шкалою
Відмінно	A (90-100)	відмінно
Добре	B (80-89)	дуже добре
	C (70-79)	добре
Задовільно	D (60-69)	задовільно
	E (50-59)	достатньо
Незадовільно	FX (35-49)	(незадовільно) з можливістю повторного складання
	F (1-34)	(незадовільно) з обов'язковим самостійним опрацюванням освітнього компоненту до перескладання

Критерії підсумкової оцінки як показника результатів вивчення навчальної дисципліни

Згідно шкали ЄКТС загальна кількість балів, яку аспірант може отримати у процесі вивчення дисципліни, становить 100 балів, з яких 60 балів аспірант набирає при поточних видах контролю і 40 балів – у процесі підсумкового контролю (екзамен).

Таким чином знання аспірантів оцінюється як з теоретичної, так і з практичної підготовки за такими критеріями:

<p>«А» 90-100 балів ставиться у разі, якщо аспірант:</p>	<ul style="list-style-type: none"> – постійно готувався до занять згідно з програмою дисципліни; – глибоко та всебічно розкривав зміст питань; – показав уміння формулювати висновки, узагальнювати та аналізувати навчальний матеріал; – показав уміння вільно виконувати завдання; – переконливо та логічно викладав матеріал, проявляв творчий підхід до виконання практичних завдань та підготовки до лабораторних робіт; – належним чином виконував завдання для самостійної роботи; – виконав завдання модульного контролю або допускав при усних відповідях та тестуванні окремі незначні неточності.
<p>«В» 80-89 балів ставиться у разі, якщо аспірант:</p>	<ul style="list-style-type: none"> – розкривав згідно з програмою дисципліни зміст питань; – робив узагальнення та висновки з окремих питань; – виконав усі лабораторні роботи; – виконував завдання для самостійної роботи; – виконав завдання модульного контролю, але недостатньо використовував додаткову літературу; – при усних відповідях не досить повно і аргументовано викладав матеріал, а при тестуванні мали місце окремі неточності; – не проявив творчий підхід до виконання індивідуальних завдань та наукових повідомлень.
<p>«С» 70-79 балів ставиться у разі, якщо аспірант:</p>	<ul style="list-style-type: none"> – розкривав згідно з програмою дисципліни зміст питань; – формулював висновки з окремих питань практичних занять; – брав участь у виконанні практичних завдань; – виконував завдання для самостійної роботи; – виконав завдання модульного контролю, але допускав окремі

	<p>неточності при усних відповідях, тестуванні;</p> <ul style="list-style-type: none"> – не проявляв належної активності на лекційних та лабораторних заняттях, недостатньо використовував додаткову літературу; неохайно виконував завдання лабораторних робіт.
<p>«D» 60-69 ставиться у разі, якщо аспірант:</p>	<ul style="list-style-type: none"> – відповідав на окремі питання, які обговорювалися; – формулював висновки з окремих питань; – виконував завдання для самостійної роботи; – виконав завдання модульного контролю, але допускав окремі неточності; – не проявляв належної активності на лабораторних заняттях та старанності при виконанні завдань для самостійної роботи; – недостатньо використовував додаткову літературу, не належним чином виконав практичні завдання; – виконав не всі завдання для самостійної роботи
<p>«E» 50-59 балів ставиться у разі, якщо аспірант:</p>	<ul style="list-style-type: none"> – відповідав на окремі питання, які обговорювалися; – виконував окремі завдання для самостійної роботи; – виконав завдання модульного контролю, але допускав неточності при усних відповідях (будуючи свою відповідь на звичайному повторенні навчального матеріалу без його осмислення), тестуванні; – не проявляв належної активності на практичних заняттях, старанності при виконанні завдань для самостійної роботи; – недостатньо використовував основну та додаткову літературу; – не належним чином виконував індивідуальні завдання.
<p>«Fx» 35-49 балів ставиться у разі, якщо аспірант:</p>	<ul style="list-style-type: none"> – поверхнево розкривав зміст питань, які розглядалися; – допускав суттєві помилки при усних та письмових відповідях; – поверхнево ознайомився з рекомендованою літературою; – частково виконав завдання для самостійної роботи; – не проявляв активності на практичних заняттях; – допускав принципові помилки під час виконання завдань; – не виконав завдання модульного контролю.
<p>«F» 1-34 балів ставиться у разі, якщо аспірант:</p>	<ul style="list-style-type: none"> – поверхнево розкривав зміст питань, які розглядалися; – допускав суттєві помилки при усних та письмових відповідях; – поверхнево ознайомився з рекомендованою літературою; – не виконав завдання для самостійної роботи; – не виконав практичне завдання; – на підсумковому занятті не вмів відтворити зміст окремих питань, передбачених програмою дисципліни; – не виконав завдання модульного контролю.

ПИТАННЯ ДЛЯ ПОТОЧНОГО КОНТРОЛЮ

МОДУЛЬ 1. Програмування для наукових досліджень

1. Що таке змінна у Python? Які основні типи змінних підтримує мова?
2. Яка структура функції в Python? Як передаються аргументи?
3. Яка різниця між циклами for та while? Наведіть приклади використання.
4. Що таке умовний оператор if у Python і як працює конструкція elif?
5. Як імпортувати зовнішні бібліотеки та модулі? Наведіть приклади використання math, numpy, scipy.
6. Як можна реалізувати числове диференціювання функції в Python?
7. Назвіть методи числового інтегрування. Який із них є найпростішим?
8. Як реалізувати метод прямокутників для обчислення визначеного інтегралу?
9. У чому полягає суть методу Ньютона для розв'язання нелінійного рівняння?
10. Яка відмінність між локальними та глобальними змінними у функціях Python?
11. Які основні можливості мови програмування Python для наукових обчислень?
12. Як використовувати бібліотеку SciPy для розв'язку диференціальних рівнянь?
13. Як реалізувати чисельне інтегрування у SciPy?
14. Які методи статистичного аналізу реалізовані у бібліотеці SciPy?
15. Як проводити візуалізацію наукових даних у Python (бібліотеки Matplotlib, Seaborn)?
16. Які основні можливості Wolfram Mathematica у наукових дослідженнях?
17. Як використовувати Wolfram Cloud для аналітичних обчислень?
18. Які методи розв'язку рівнянь та систем рівнянь реалізовані у Wolfram Mathematica?
19. Як виконувати чисельні обчислення в Wolfram Mathematica (диференціальні рівняння, інтегрування)?

МОДУЛЬ 2. Числові методи для моделювання наноструктур

1. Як відбувається дискретизація простору у задачах моделювання наносистем?
2. Які переваги та обмеження має метод Рунге-Кутта порівняно з методом Ейлера?
3. Як можна застосовувати систему Wolfram Mathematica для аналітичних обчислень?
4. Як побудувати анімацію фізичного процесу у Mathematica?
5. У чому переваги COMSOL Multiphysics для моделювання фізичних процесів у наноструктурах?
6. Як можна описати граничні умови при моделюванні квантових точок в COMSOL?
7. Які основні етапи моделювання фізичних процесів у **COMSOL Multiphysics**?
8. Як будувати геометрію досліджуваного об'єкта в COMSOL Multiphysics?
9. Які особливості створення сітки скінченних елементів у COMSOL Multiphysics?
10. Як налаштовується обчислювальний процес у COMSOL Multiphysics?
11. Як проводиться чисельне моделювання квантових точок у COMSOL Multiphysics?
12. Як обчислюються власні значення та власні вектори в задачах фізики?
13. Для чого використовують метод скінченних різниць при розв'язанні рівнянь Шредінгера?
14. У чому полягає метод Монте-Карло? Де доцільно його застосовувати?
15. Що таке розріджені матриці та як вони виникають у фізичних задачах?

ПИТАННЯ ДЛЯ ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

1. Основи програмування мовою Python для наукових обчислень
2. Реалізація умовних операторів та циклів у Python
3. Робота з масивами та матрицями в Python
4. Створення та використання функцій у Python
5. Основи числового інтегрування: прямокутники, трапеції, Сімпсона
6. Числове диференціювання за допомогою різницевої формули
7. Методи розв'язання нелінійних рівнянь: бісекція, Ньютона, січних

8. Основи сортування даних та пошуку екстремумів у масивах
9. Обчислення визначника матриці методом мінорів
10. Застосування методу Гауса для обчислення визначника
11. Програмна реалізація методу Крамера для розв'язку СЛАР
12. Числові методи розв'язання диференціальних рівнянь (Ейлер, Рунге–Кутта)
13. Обчислення власних значень і функцій у задачах квантової механіки
14. Застосування бібліотек NumPy та SciPy у фізичних розрахунках
15. Символічні обчислення в бібліотеці SymPy
16. Візуалізація результатів чисельного моделювання у Python (matplotlib)
17. Створення анімацій у Wolfram Mathematica для демонстрації фізичних процесів
18. Моделювання теплопровідності у Wolfram Mathematica
19. Побудова моделей у COMSOL Multiphysics для квантових точок
20. Математичне моделювання наносистем у контексті енергетичного спектру та власних станів

ЗАРАХУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НЕФОРМАЛЬНОЇ ОСВІТИ

Відповідно до «Положення про взаємодію формальної та неформальної освіти, визнання результатів навчання (здобутих шляхом неформальної та/або інформальної освіти, в системі формальної освіти) у Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича (протокол № 109 від 28 березня 2022 року) (<https://www.chnu.edu.ua/media/3aykf41y/polozhennia-pro-vzaiemodiiu-formalnoi-ta-neformalnoi-osvity.pdf>) у процесі вивчення дисципліни здобувачу освіти може бути зараховано до 25% балів, отриманих за результатами неформальної та/ або інформальної освіти з проблем, що відповідають тематиці курсу.

Як приклад, замість виконання завдань тем Т2 та Т3 змістовного модуля №1 здобувач може пройти онлайн-курс «Create Your First Python Program From UST» на платформі Coursera (<https://www.coursera.org/projects/first-python-program-ust>), або інший подібний курс з програмування мовою Python, зміст якого відповідає програмі дисципліни та підтверджується сертифікатом.

Рекомендована література

Основна література

1. Stephen Wolfram “An Elementary Introduction to the Wolfram Language”. - Wolfram Media, Inc.; 2nd edition (May 4, 2017) online version
<https://www.wolfram.com/language/elementary-introduction/1st-ed/>
2. Головацький В.А., Маханець О.М., Кобилянський Р.Р., Іваночко М.М. Використання Wolfram Mathematica в курсі векторного і тензорного аналізу: Навчальний посібник: – Чернівці: Чернівецький нац. ун-т, 2024. – 176с.
<https://archer.chnu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/12392>
3. Головацький В.А. Система комп'ютерної алгебри Mathematica 5: навчальний посібник з грифом МОН України (лист 14/181-1928 від 18.07.2008). Чернівці, Рута, 2008.– 352с.

Допоміжна література

1. Wes McKinney. "Python for Data Analysis". – O'Reilly Media, 2018.
2. Джейк ВандерПлас. "Python Data Science Handbook". – O'Reilly Media, 2016.
3. Васюков О.М. “Програмування в системі Mathematica”. К: “Київський університет”, 2019, 68с.

Інформаційні ресурси

1. Сайт дистанційної освіти ЧНУ <https://moodle.chnu.edu.ua/course/view.php?id=2785>
2. Платформа Coursera <https://www.coursera.org/projects/first-python-program-ust>
3. Документація Python: <https://docs.python.org/3/>
4. Matplotlib Documentation: <https://matplotlib.org/stable/contents.html>
5. SciPy Documentation: <https://scipy.org/docs.html>

6. NumPy Documentation: <https://numpy.org/doc/stable/>
7. Project Jupyter Documentation: <https://jupyter.org/documentation>
8. Holovatsky V., Holovatska Y. (2019) "Oscillations of an elastic pendulum" (interactive animation), published February 19, 2019. <http://demonstrations.wolfram.com/OscillationsOfAnElasticPendulum/>
9. Олександр Мізюк. Путівник мовою програмування Python (Вивчення основ програмування для початківців) <https://pythonguide.rozh2sch.org.ua/>
10. Wolfram demonstration project [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://demonstrations.wolfram.com/MagneticFieldOfAHollowCylindricalMagnet/> Magnetic field of a hollow cylindrical magnet (Contributed by: V.Holovatsky (Chernivtsi National University, Ukraine) and Y. Holovatska (Chernivtsi Liceum #1)). published January 29, 2020
11. Wolfram demonstration project [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://demonstrations.wolfram.com/InteractingCylindricalMagnets/> Interacting Cylindrical Magnets (Contributed by: Volodymyr Holovatsky (Chernivtsi National University, Ukraine) and Yana Holovatska (Chernivtsi Liceum #1)). published January 23, 2020
12. Comsol Multiphysics documentations <https://doc.comsol.com/6.3/docserver/#!/com.comsol.help.comsol/helpdesk/helpdesk.html>

Політика щодо академічної доброчесності

Дотримання політики щодо академічної доброчесності учасниками освітнього процесу при вивченні навчальної дисципліни регламентовано такими документами:

- «[Етичний кодекс Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича](#)»
- «[Положення про виявлення та запобігання академічного плагіату у Чернівецькому національному університету імені Юрія Федьковича](#)»

Дотримання академічної доброчесності передбачає:

- самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей);
- посилення на джерела інформації у разі використання не авторських ідей, розробок, тверджень, відомостей і т.п.;
- дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права;
- надання достовірної інформації про результати власної наукової діяльності, використані методи досліджень і джерела інформації.

Порушенням академічної доброчесності вважається:

- академічний плагіат – оприлюднення (частково або повністю) наукових (творчих) результатів, отриманих іншими особами, як результатів власного дослідження (творчості) та/або відтворення опублікованих текстів (оприлюднених творів мистецтва) інших авторів без зазначення авторства;
- фабрикація – вигадкування даних чи фактів, що використовуються в наукових дослідженнях;
- фальсифікація – свідомо зміна чи модифікація вже наявних даних, що стосуються наукових досліджень.

За порушення академічної доброчесності здобувачі освіти можуть бути притягнені до такої академічної відповідальності:

- повторне проходження оцінювання (модульний контроль, іспит, залік тощо);
- повторне проходження відповідного освітнього компонента освітньої програми.