

Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького
Навчально-науковий інститут інформаційних та освітніх технологій
Кафедра прикладної математики та інформатики

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«ДОДАТКОВІ РОЗДІЛИ МЕТОДІВ ОБЧИСЛЕНЬ»

1. Загальна інформація про курс

Мова викладання	Курс викладається українською + англійською мовою
Статус дисципліни	Обов'язкова
Викладачі	к.ф.-м.н., доцент Гладка Людмила Іванівна
Код класу /	<i>bswnnoq</i>
Корпоративна пошта / E-mail:	<i>l_i_gladka@vu.cdu.edu.ua</i>
Затвердження та перегляд робочої навчальної програми	Розглянуто та затверджено на засіданні кафедри від 27.08.2025, протокол № 01.

2. Анотація до курсу

Навчальна дисципліна «Додаткові розділи обчислювальної математики» є логічним продовженням базового курсу «Чисельні методи». Вона належить до циклу професійної підготовки здобувачів і спрямована на поглиблене вивчення сучасних чисельних методів, їх реалізацію в інформаційних технологіях та застосування до задач прикладної математики, Data Science, оптимізації, моделювання складних процесів. Дисципліна формує здатність студентів розробляти та аналізувати алгоритми високої складності, використовувати сучасні пакети прикладних програм і бібліотеки мов програмування для дослідження математичних моделей.

3. Мета та цілі курсу

Мета курсу – підготовка висококваліфікованих фахівців з прикладної математики, які володіють додатковими сучасними чисельними методами, здатні їх творчо застосовувати для розв'язання наукових та інженерних задач, а також виконувати аналітичні та обчислювальні дослідження при моделюванні предметних областей, оптимізації та створенні інтегрованих інформаційних систем.

Завдання курсу:

1. Засвоєння поглиблених теоретичних знань у сфері обчислювальної математики.
2. Формування практичних навичок застосування додаткових чисельних методів до задач оптимізації, апроксимації, моделювання та обробки даних.
3. Розвиток уміння використовувати сучасні програмні інструменти (Python, R, C++) для реалізації чисельних алгоритмів.
4. Формування компетентності у виборі та порівнянні методів за критеріями точності, стійкості, збіжності та обчислювальної складності.
5. Підготовка до науково-дослідної діяльності у сфері прикладної та обчислювальної математики.

4. Компетентності та очікувані результати навчання

Загальні компетентності (ЗК)

ЗК03. Здатність оволодівати сучасними знаннями, формулювати та вирішувати проблеми.

ЗК07. Здатність спілкуватися та здійснювати професійну діяльність державною мовою та мовою країн ЄС.

Спеціальні (фахові) компетентності (СК)

СК01. Здатність розв'язувати задачі й проблеми, які можуть бути формалізовані, потребують оновлення й інтеграції знань, зокрема в умовах неповної інформації.

СК02. Здатність проводити наукові дослідження з розробки нових та адаптації існуючих математичних та комп'ютерних моделей для дослідження різноманітних процесів, явищ і систем, здійснювати відповідні експерименти та аналізувати одержані результати.

СК03. Здатність розробляти методи й алгоритми побудови, дослідження та програмної реалізації математичних моделей у техніці, природничих науках, медицині та інших галузях та здійснювати їх аналіз.

Очікувані результати навчання (ПРН)

Після вивчення дисципліни здобувач буде здатен:

РН02. Здійснювати збір, систематизацію та аналіз науково-технічної інформації з питань професійної діяльності.

РН04. Будувати математичні моделі складних систем в області інформації, природничих наук, медицині тощо і вибирати методи їх дослідження, реалізовувати побудовані моделі програмно та перевіряти їх адекватність за допомогою комп'ютерних технологій.

РН05. Обґрунтовувати та за необхідності розробляти нові алгоритми і програмні засоби для розв'язання наукових та прикладних задач, застосовувати, модифікувати і досліджувати аналітичні та обчислювальні методи їх розв'язування.

РН11. Розробляти на основі структури математичної моделі та алгоритмів функціонування процесів, що моделюються, програмне забезпечення, зокрема – веб-орієнтоване, із застосуванням сучасних технологій програмування та систем комп'ютерної математики, аналізувати отримані результати на адекватність.

5. Обсяг і характеристика курсу

Найменування показників	Характеристика навчального курсу	
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Освітній ступінь	магістр	
Спеціальність, освітня програма	Прикладна математика	
Рік (курс) навчання	1	
Семестр вивчення	1	
Кількість кредитів ЄКТС	4	
Загальний обсяг годин	120	
Кількість годин навчальних занять	36	
Лекційні заняття	12	
Практичні заняття	-	
Семінарські заняття	-	
Лабораторні заняття	24	
Самостійна та індивідуальна робота	84	
Форма підсумкового контролю	екзамен	

6. Пререквізити курсу

Для успішного вивчення дисципліни «Додаткові методи обчислювальної математики» студенти повинні мати:

базові знання з курсу «Чисельні методи» (розв'язання нелінійних рівнянь, систем лінійних рівнянь, основи оптимізації);

знання з математичного аналізу, лінійної алгебри та диференціальних рівнянь;

базові навички програмування (Python, MATLAB або інші мови), уміння працювати з бібліотеками для чисельних розрахунків і візуалізації даних;

розуміння принципів роботи з табличними та статистичними даними, елементарні знання з теорії ймовірностей та математичної статистики.

7. Технічне забезпечення

Вивчення курсу потребує використання сучасних програмних засобів та інструментів:

Програмне забезпечення: Python (NumPy, SciPy, Matplotlib, Pandas, scikit-learn);

Засоби для роботи з даними: доступ до API фінансових та статистичних даних (наприклад, Yahoo Finance, CoinGecko, Binance API);
Системи для командної роботи: GitHub (для зберігання коду та спільної роботи над проєктами);
Офісні засоби: Google Sheets (для табличного аналізу), Google Slides (для презентації результатів).

8. Політика курсу

Письмові роботи. Очікується, що студенти виконають декілька видів письмових робіт (командний проєкт + підготовка презентацій). У випадку якщо студент не отримав протягом семестру необхідну кількість балів для допуску до екзамену, він може виконати передбачені програмою завдання, узгодивши з викладачем терміни виконання.

Академічна доброчесність. Очікується, що роботи студентів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикавання джерел, списування, втручання в роботу інших студентів можуть бути кваліфіковані як академічна недоброчесність. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі студента є підставою для її не зарахування викладачем незалежно від масштабів плагіату.

Відвідування занять. Відвідування занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі аудиторні заняття курсу. Студенти мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. Допускається 1 пропуск з поважних причин, який не впливатиме на систему оцінювання. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися строків, визначених для виконання усіх видів письмових робіт, передбачених курсом.

9. Схема курсу

Тема, основні питання / завдання	Розподіл годин за темами та формами занять (денна/заочна)	Форми та методи проведення	Література. Ресурси в інтернеті	Завдання для самостійної роботи, год	Форма контролю, бали
1	2	3	4	5	6
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. Чисельні методи та дослідження диференціальних рівнянь у частинних похідних					
Лекція 1. Постановка та класифікація задач диференціальних рівнянь у частинних похідних Класифікація рівнянь (еліптичні, параболічні, гіперболічні).	2	Лекція-інформація, демонстрація прикладів	Осн.: 1,2	Опрацювати приклади одномірної оптимізації. 4 год.	Опитування, 0–3 б.

Постановка крайових та початкових задач. Основи чисельного моделювання та дослідження коректності задач.					
Лабораторна робота 1. Дослідження стійкості явних та неявних схем для параболічних задач	2	Робота в групах, дискусія, практичне програмування	Осн.: 2	Реалізувати методи у Python, порівняти результати. 4 год.	Захист програмного продукту, 0–3 б.
Лекція 2. Чисельні схеми та дослідження їх стійкості Метод скінченних різниць: явні та неявні схеми. Чисельне дослідження збіжності та похибок. Приклади застосування для задач теплопровідності та хвильових процесів.	2	Лекція-інформація, візуалізація результатів	Осн.: 2,3	Опрацювати теоретичні питання, побудувати приклади збіжності. 4 год.	Тест, 0–3 б.
Лабораторна робота 2. Чисельне дослідження методів розв’язання еліптичних і гіперболічних задач Дискретизація рівняння Пуассона. Чисельні схеми для хвильових задач Дослідження прикладів з механіки та фізики.	3	Робота в групах, дискусія, практичне програмування	Осн.: 3,4	Опрацювати приклади оптимізації з обмеженнями. 6 год.	Опитування, 0–3 б.
Лабораторна робота 3. Чисельне моделювання хвильових процесів	3	Робота в групах	Осн.: 3,5	Реалізувати модель у Python, побудувати графік. 6 год.	Презентація, 0–3 б.
Модульна контрольна робота		Тест		Повторити навчальний матеріал тем 1-3 4 год.	5 балів
Всього балів за змістовим модулем 1					20
Всього годин за змістовим модулем 1	40				
Лекцій	4				

Семінарських занять	-				
Практичних занять	-				
Лабораторних занять	8				
Самостійна робота	28				
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. Чисельні схеми та дослідження параболічних рівнянь у складних системах					
Лекція 3. Чисельне дослідження методів для нелінійних параболічних задач Нелінійні задачі теплопровідності. Чисельне дослідження імпліцитних методів і схем Адамса.	2	Лекція-інформація	Осн.: 7-11	Опрацювати приклади інтерполяції. 4 год.	Опитування, 0–3 б.
Лекція 4. Чисельне моделювання та дослідження жорстких систем параболічного типу Поняття жорсткості рівнянь. Дослідження стійкості імпліцитних схем. Приклади чисельного аналізу моделей реакція–дифузія.	2	Лекція-візуалізація, аналіз кейсів	Осн.: 7-11	Опрацювати приклади Монте-Карло для задач фінансів. 4 год.	Опитування, 0–3 б.
Лабораторна робота 4. Дослідження жорстких систем параболічного типу	2	Робота в групах, програмування	Осн.: 7-11	Реалізувати симуляцію (наприклад, курс біткоїна через API). 4 год.	Захист програмного продукту, 0–3 б.
Лабораторна робота 5. Прикладні дослідження параболічних задач у фізиці, біології та екології Моделі теплопровідності в композитних матеріалах. Біологічні моделі (дифузія речовин у	3	Робота в групах, дискусія, практичне програмування	Осн.: 7-11	Опрацювати теоретичні питання ML. 6 год.	Тест, 0–3 б.

клітинах, поширення популяцій). Екологічні моделі (розповсюдження забруднювачів).					
Лабораторна робота 6. Чисельне дослідження нелінійних задач теплопровідності	3	Практикум	Осн.: 7-11	Реалізувати приклад обробки даних. 6 год.	Захист програмного продукту, 0–3 б.
Модульна контрольна робота		Тест		Повторити навчальний матеріал тем 4-6 4 год.	5 балів
Всього балів за змістовим модулем 2					20
Всього годин за змістовим модулем 2	40				
Лекцій	4				
Семінарських занять	-				
Практичних занять	-				
Лабораторних занять	8				
Самостійна робота	28				
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. Чисельні методи та дослідження фінансових даних					
Лекція 5. Чисельний аналіз і дослідження часових рядів у фінансах Інтерполяція, апроксимація, метод найменших квадратів. Чисельне дослідження трендів та сезонності.	2	Лекція-інформація	Осн.: 5	Опрацювати приклади інтерполяції. 4 год.	Опитування, 0–3 б.
Лекція 6. Стохастичне моделювання та чисельне дослідження фінансових процесів	2	Лекція-візуалізація, аналіз кейсів	Осн.: 7	Опрацювати приклади Монте-Карло для задач фінансів. 4 год.	Опитування, 0–3 б.

Метод Монте-Карло у фінансовій математиці. Стохастичні моделі цінових коливань.					
Лабораторна робота 7. Чисельні методи прогнозування та дослідження фінансових даних Моделі часових рядів (AR, MA, ARIMA). Чисельні алгоритми дослідження прогнозів.	2	Лекція-інформація	Осн.: 8	Опрацювати теоретичні питання ML. 4 год.	Тест, 0–3 б.
Лабораторна робота 8. Стохастичне моделювання та прогнозування фінансових часових рядів Чисельне дослідження цінових коливань фінансових активів методом Монте-Карло. Реалізація моделей AR, MA, ARIMA та оцінка точності прогнозів.	3	Робота в групах, програмування	Осн.: 7	Реалізувати симуляцію (наприклад, курс біткоїна через API). 6 год.	Захист програмного продукту, 0–3 б.
Лабораторна робота 9. Аналіз динаміки реальних фінансових даних через API	3	Робота в групах, аналіз даних	Осн.: 9	Завантажити дані, побудувати графіки, реалізувати аналіз. 6 год.	Захист програмного продукту, 0–3 б.
Модульна контрольна робота		Тест		Повторити навчальний матеріал тем 7-9 4 год.	5 балів
Всього балів за змістовим модулем 3					20
Всього годин за змістовим модулем 3	40				
Лекцій	4				
Семінарських занять	-				
Практичних занять	-				
Лабораторних занять	8				
Самостійна робота	28				
Підсумковий контроль: екзамен		Тестування			40

10. Система оцінювання та вимоги

Навчальні досягнення студентів оцінюються за 100-бальною шкалою Університету, чотирибальною шкалою (5 «відмінно», 4 «добре», 3 «задовільно», 2 «незадовільно»), і шкалою оцінок ЄКТС. На поточний контроль відводиться 60 балів, на підсумковий контроль (екзамен) – 40 балів.

Оцінювання поточної успішності студентів на окремих навчальних заняттях та за виконання завдань самостійної роботи визначається диференційовано, відповідно до рівня складності завдань, та встановлюється в межах від 0 до 5 балів.

Виконання модульних контрольних робіт, завдань самостійної роботи та індивідуальних завдань є обов'язковим. До їх виконання допускаються всі студенти. Студент, який не виконав поточних завдань, не підготувався до практичних, семінарських, лабораторних занять, отримує 0 балів / не отримує жодного бала. Поточну заборгованість, пов'язану з непідготовленістю або недостатньою підготовленістю до навчальних занять, студент повинен ліквідувати шляхом виконання у визначений термін завдань, передбачених програмою. За виконанні завдання нараховуються від 0 до 5 балів.

Студенти, які за результатами поточного контролю набрали менше 20 балів, вважаються такими, що мають академічну заборгованість, ліквідація якої є обов'язковою. Студенти, які не мають академічної заборгованості за результатами поточного контролю, допускаються до екзамену.

11. Критерії оцінювання успішності навчання

1. Завданням **поточного контролю** є систематична перевірка розуміння та засвоєння програмного матеріалу шляхом усного та письмового опитування, аналіз виконання завдань індивідуальної та самостійної роботи, умінь самостійно опрацьовувати тексти, складання конспекту, написання есе та анотацій, здатності публічно, письмово чи в електронному форматі представляти певний матеріал та ін.

Критеріями оцінювання у ході поточного контролю є:

а) під час поточної аудиторної роботи на лекційних та семінарських заняттях:

- активна участь у дискусіях та пропонуваннях форм роботи на лекційних та семінарських заняттях;
- доповнення та запитання на лекційних та семінарських заняттях.

б) при усних відповідях:

- повнота розкриття питання;
- логіка викладення, культура мовлення;
- впевненість, емоційність та аргументованість;
- використання основної та додаткової літератури (підручників, навчальних посібників, журналів, інших періодичних видань, інтернет-ресурсів тощо);

- аналітичні міркування, уміння робити порівняння, висновки.

в) при виконанні письмових завдань:

- повнота розкриття питання;
- цілісність, систематичність, логічна послідовність;

- підготовка матеріалу за допомогою комп'ютерної техніки, різних технічних засобів (плівок, слайдів, приладів, схем тощо).
- г) при виконанні завдань для самостійної та індивідуальної роботи:
- повнота виконання завдання;
- творчість та самостійність виконання.

2. Критерії оцінювання модульної контрольної роботи.

Модульна контрольна робота містить **10 тестових завдань**, кожне з яких оцінюється 1 балом.

3. Завданням **підсумкового контролю** (екзамену) є комплексна діагностика результатів навчання, глибини засвоєння студентом програмного матеріалу з навчальної дисципліни, логіки та взаємозв'язків між окремими його змістовими модулями, здатності до творчого використання набутих знань. Підсумковий контроль здійснюється у формі комп'ютерного тестування. Екзамен містить 40 завдань: 20 теоретичних питань, спрямованих на перевірку рівня засвоєння основних понять і методів, та 20 практичних завдань, що перевіряють уміння застосовувати чисельні методи для розв'язання задач. Кожне завдання оцінюється у 1 бал. Максимальна кількість балів — 40.

12. Додаткові завдання та активності здобувачів вищої освіти

Зміст цього розділу визначено у “Методичних рекомендаціях “

13. Перелік питань /завдань для підсумкового контролю

1. Класифікація диференціальних рівнянь у частинних похідних та постановка коректних крайових і початкових задач.
2. Основні принципи побудови чисельних схем для рівнянь у частинних похідних.
3. Дискретизація методом скінченних різниць: побудова явних та неявних схем.
4. Дослідження стійкості та збіжності чисельних методів для задач теплопровідності.
5. Приклади чисельного моделювання хвильових процесів: постановка та алгоритмічні особливості.
6. Чисельні методи розв'язання еліптичних рівнянь: рівняння Пуассона, практичні застосування.
7. Чисельні схеми для гіперболічних задач та їх дослідження в механіці й фізиці.
8. Поняття жорстких систем диференціальних рівнянь: ознаки та особливості чисельного розв'язання.
9. Імплицитні методи та методи Адамса: чисельне дослідження їх ефективності у жорстких системах.
10. Нелінійні параболічні рівняння: особливості побудови чисельних схем та їх дослідження.
11. Чисельні моделі реакція–дифузія: постановка задачі та аналіз чисельної стійкості.
12. Прикладні задачі параболічного типу: фізичні, біологічні та екологічні моделі.
13. Особливості дослідження чисельних рішень рівнянь теплопровідності в композитних матеріалах.
14. Чисельне моделювання поширення популяцій та дифузії речовин у клітинах.
15. Моделювання екологічних процесів параболічного типу: приклади забруднення середовища.
16. Основи чисельного аналізу часових рядів у фінансовій математиці.

17. Методи інтерполяції та апроксимації у дослідженні фінансових даних.
18. Використання методу найменших квадратів для аналізу трендів і сезонності.
19. Стохастичні методи моделювання фінансових процесів: теоретичні засади.
20. Метод Монте-Карло у фінансових задачах: чисельне дослідження ймовірнісних характеристик.
21. AR, MA та ARIMA-моделі часових рядів: принципи побудови та дослідження ефективності.
22. Чисельні алгоритми прогнозування фінансових даних: точність і збіжність. Прикладні аспекти прогнозування динаміки криптовалют і фондових активів.
23. Використання сучасних програмних бібліотек (Python, NumPy, SciPy) для реалізації чисельних методів.
24. Критерії оцінювання точності, стійкості та ефективності чисельних алгоритмів у дослідженні складних систем.

14. Список рекомендованої літератури / інтернет-ресурси / нормативні документи

Основна

1. Гладка Л.І. Чисельні методи. Навчальний посібник / Черкаси: 2025. – 203 с.
2. Steven C. Chapra, Raymond P. Canale. Numerical Methods for Engineers // McGraw-Hill Higher Education, 2010 - Technology & Engineering - 968 pages ISBN: 0073401064.
3. Numerical methods tutorials (Oxford University Press) [Electronic Resource]. – Mode of access: URL: http://global.oup.com/uk/orc/biosciences/math/reed/01student/numerical_tutorials/ – Title from the screen.
4. Lecture series on Numerical Methods and Computation by Prof.S.R.K.Iyengar, Department of Mathematics, IIT Delhi [Electronic Resource]. – Mode of access: URL: <https://www.youtube.com/playlist?list=PL6E313980EF23CA6E> – Title from the screen.
5. MIT 18.03 Differential Equations, Spring 2006 [Electronic Resource]. – Mode of access: URL: <https://www.youtube.com/playlist?list=PLEC88901EBADDD980> – Title from the screen.
6. Л.П. Фельдман, А.І. Петренко, О.А. Дмитрієва. Чисельні методи в інформатиці. – К.:Видавнича група BHV, 2006. – 480 с.
7. Gladka, L.I., Lyashenko, Yu.O., Shmatko, I.O., Shmatko, O.A. Modelling of segregation impact on grain-boundary motion by the example of cellular decomposition of solid solution // Metallofizika I Noveishie Tekhnologii. - 34(12), pp. 1693-1713. - 2012 https://www.researchgate.net/publication/286338042_Modelling_of_Segregation_Impact_on_Grain-Boundary_Motion_by_the_Example_of_Cellular_Decomposition_of_Solid_Solution
8. Gladka, L.I., Lyashenko, Y.O. Modeling Diffusion Interaction in the bi-Phase Systems with Using Different Types of the Effective Kinetic Coefficients // Journal of Nano and Electronic Physics. - 4(3). - 2012 https://www.researchgate.net/publication/286537336_Modeling_Diffusion_Interaction_in_the_bi-Phase_Systems_with_Using_Different_Types_of_the_Effective_Kinetic_Coefficients
9. Gladka, L.I., Lyashenko, Yu.O. Procedure of the solution of an inverse problem of diffusion in ternary system // Metallofizika I Noveishie Tekhnologii. - 33(SPEC. ISS.), pp. 509-527. - 2011 https://www.researchgate.net/publication/287715261_Procedure_of_the_solution_of_an_inverse_problem_of_diffusion_in_ternary_system
10. Gladka, L.I., Ivasishin, O.M., Sawakin, D.G., Bondarchuk, V.I., Lyashenko, Yu.O. Simulation of diffusion homogenization of Ti-6Al-4V ternary system // Metallofizika I Noveishie Tekhnologii. - 32(8), pp. 1065-1084. - 2010

https://www.researchgate.net/publication/292504349_Simulation_of_Diffusion_Homogenization_of_Ti-6Al-4V_Ternary_System?_sg=11Iz2SAL7uF6oJbg_7LT2FwlccNPmdRgdgo5-8uiNp8rMYRvuxxfOj8qO0CGJS-U3LVJKC4VsvgJd9w&_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InNjaWVudGlmaWNB250cmliidXRpb25zIiwicGFnZSI6Il9kaXJlY3QifX0

11. Gladka, L.I., Lyaskenko, Yu.O., Grypachevsky, O.M., Tykhonovych, V.V. Direct diffusion problem solution for a two phase Fe- Ni-Cr system for T-sample configuration // Metallofizika I Noveishie Tekhnologii. - 32(7), pp. 915-926. - 2010 https://www.researchgate.net/publication/289624460_Direct_Diffusion-Problem_Solution_for_a_Two-Phase_Fe-Ni-Cr_System_for_T-Sample_Configuration
12. Visual Studio downloads [Electronic Resource]. – Mode of access: URL: <https://www.visualstudio.com/en-us/downloads/download-visual-studio-vs.aspx> – Title from the screen.
13. Code::Blocks [Electronic Resource]. – Mode of access: URL: <http://www.codeblocks.org/> – Title from the screen.
14. [Electronic Resource]. – Mode of access: URL: <http://www.qt.io/qt-for-device-creation/> – Title from the screen.
15. XAMPP Apache + MariaDB + PHP + Perl [Electronic Resource]. – Mode of access: URL: <https://www.apachefriends.org/ru/index.html> – Title from the screen.
16. Android Studio IDE [Electronic Resource]. – Mode of access: URL: <http://developer.android.com/sdk/index.html> – Title from the screen.
17. Java SE [Electronic Resource]. – Mode of access: URL: <http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/downloads/index.html> – Title from the screen.