

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра Комп'ютерних наук

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан факультету інформаційних технологій

_____ О. Г. Глазунова

«_____» _____ 20__р.

«СХВАЛЕНО»

на засіданні кафедри комп'ютерних наук

Протокол № _____ від «_» _____ 20__р.

Завідувач кафедри

_____ Б. Л. Голуб

”РОЗГЛЯНУТО ”

Гарант ОП «Комп'ютерні науки»

_____ д.пед.н., проф. Глазунова О. Г

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Чисельні методи

спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»

освітня програма «Комп'ютерні науки»

факультет інформаційних технологій

Розробник: *доцент, кандидат фізико-математичних наук Нещадим О.М.*

1. Опис навчальної дисципліни

Чисельні методи

(назва)

Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь		
Галузь знань	Інформаційні технології	
Спеціальність	122 “Комп’ютерні науки”	
освітня програма	«Комп’ютерні науки»	
Освітній ступінь	Бакалавр	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Обов’язкова	
Загальна кількість годин	105	
Кількість кредитів ECTS	3	
Кількість змістових модулів	2	
Курсовий проект (робота) (за наявності)	-	
Форма контролю	Іспит	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	2	1
Семестр	3	2
Лекційні заняття	15 год.	4
Практичні, семінарські заняття	-	
Лабораторні заняття	30 год.	8
Самостійна робота	60 год.	108
Індивідуальні завдання	-	
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	4 год.	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета дисципліни – формування компетентностей щодо використання чисельних методів до розв’язання різноманітних математичних задач, що виникають при розробці комп’ютерних програм та інформаційних систем.

Завдання вивчення дисципліни – підготовка фахівців, здатних математично формалізувати та моделювати конкретні процеси, правильно обирати наближений метод вирішення проблеми, ефективно застосовувати чисельні методи розв’язання задач з використанням мов програмування та комп’ютерних пакетів.

При вивченні дисципліни використовуються знання з дисциплін "Вища математика", "Теорія ймовірностей, імовірнісні процеси і математична статистика". та "Програмування".

Вивчення дисципліни "Чисельні методи" сприяє формуванню у студентів наступних компетентностей.

Загальні компетентності:

ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;

ЗК6. Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями;

ЗК7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:

СК1. Здатність до математичного формулювання та досліджування неперервних та дискретних математичних моделей, обґрунтовування вибору методів і підходів для розв’язування теоретичних і прикладних задач у галузі комп’ютерних наук, аналізу та інтерпретування;

СК3. Здатність до логічного мислення, побудови логічних висновків, використання формальних мов і моделей алгоритмічних обчислень, проектування, розроблення й аналізу алгоритмів, оцінювання їх ефективності та складності, розв’язності та нерозв’язності алгоритмічних проблем для адекватного моделювання предметних областей і створення програмних та інформаційних систем.

СК4. Здатність використовувати сучасні методи математичного моделювання об’єктів, процесів і явищ, розробляти моделі й алгоритми чисельного розв’язування задач математичного моделювання, враховувати похибки наближеного чисельного розв’язування професійних задач.

Це забезпечує досягнення програмних результатів навчання ПР1, ПР2, ПР5, ПР6, згідно з якими студент повинен **знати**:

- методи наближення функцій;
- чисельні методи знаходження коренів рівнянь і систем рівнянь;
- методи обчислення власних значень і власних векторів матриці;
- методи чисельного диференціювання та інтегрування функцій;
- методи інтегрування звичайних диференціальних рівнянь та їх систем;
- чисельні методи розв’язування крайових задач для рівнянь в частинних похідних;
- чисельні методи розв’язання інтегральних рівнянь,

вміти:

- аналізувати математичний опис процесів за типом рівнянь;
- розробляти алгоритм пошуку рішення;
- обґрунтовувати необхідність застосування та тип чисельного методу для вирішення конкретної задачі;
- оцінювати точність отриманого результату та ефективність обраних числових методів з точки зору витрат загального часу на обчислення;
- застосовувати наявне програмне забезпечення ПК при чисельному розв’язанні конкретних математичних задач;
- самостійно вивчати необхідну літературу.

- реалізувати набуті знання з чисельних методів в інтелектуальній і практичній діяльності в галузі комп'ютерних наук.

3. Програма та структура навчальної дисципліни для повного терміну денної (заочної) форми навчання.

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин												
	денна форма							заочна форма					
	Тиж ні	усь ого	у тому числі					усь ого	у тому числі				
			Л	П	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
			Змістовий модуль 1. Методи розв’язування рівнянь та систем.										
Тема 1. Елементи теорії похибок.	1		1		2		4	10					10
Тема 2. Методи розв’язання нелінійних рівнянь з одним невідомим.	2-3		2		4		6	11			1		10
Тема 3. Розв’язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь.	4-5		2		4		8	12	1		1		10
Тема 4. Методи розв’язування систем нелінійних алгебраїчних рівнянь.	6		1		2		8	14	1		1		12
Тема 5. Методи обчислення власних значень і власних векторів матриці	7		1		2		4	13			1		12
<i>Разом за змістовим модулем 1</i>		58	7		14		30	60	2		4		54
			Змістовий модуль 2. Числове диференціювання та інтегрування.										
Тема 6. Інтерполяція функцій.	8		1		2		4	10	1		1		8
Тема 7. Наближення функцій за табличними значеннями.	9		1		2		4	8					8
Тема 8. Чисельне диференціювання.	10		1		2		4	8					8
Тема 9. Наближене інтегрування функцій.	11		1		2		4	9			1		8
Тема 10. Методи наближеного інтегрування звичайних диференціальних рівнянь.	12		1		2		4	10	1		1		8
Тема 11. Чисельні методи розв'язання інтегральних рівнянь	13		1		2		4	8					8

Тема 12. Чисельні методи розв'язання крайових задач	14-15		2		4		6	7			1		6
Разом за змістовим модулем 2		62	8		16		30	60	2		4		54
Усього годин		105	15		30		60	120	4		8		108

ЛЕКЦІЇ III семестр

Змістовий модуль 1. Методи розв'язування рівнянь та систем.

Лекція 1. Елементи теорії похибок .

Наближені числа, їх абсолютні і відносні похибки. Класифікація та джерела похибок. Правила наближених обчислень і оцінка похибок при обчисленнях: додавання і віднімання наближених чисел; множення і ділення наближених чисел. Похибки обчислень значень функції.

Лекція 2. Методи розв'язування нелінійних рівнянь з одним невідомим.

Економна схема обчислення значення поліному. Точність та умови закінчення процедури пошуку кореня. Основні методи уточнення положення коренів трансцендентних рівнянь. Методи обчислення коренів нелінійних рівнянь із заданою точністю: метод поділу навпіл (бісекції), метод Ньютона (дотичних).

Лекція 3. Методи пошуку кореня алгебраїчного рівняння.

Метод хорд (січних). Комбінований метод хорд та дотичних. Метод простих ітерацій: організація ітераційного процесу; достатня умова збіжності процесу ітерації; умова зупинки процесу при заданій точності.

Лекція 4. Розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь.

Розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь (СЛАР) методом Гаусса і методом Гаусса з вибиранням головного елемента. Метод Халецького. Метод прогонки для тридіагональної матриці, достатні умови стійкості рішення.

Лекція 5. Ітераційні методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь.

Метод простої ітерації, організація ітераційного процесу. Канонічна форма запису системи та варіанти переходу до неї. Достатні умови збіжності ітераційного процесу. Метод Зейделя: організація ітераційного процесу, умови збіжності та зупинення ітераційного процесу при заданій точності.

Лекція 6. Методи розв'язання систем нелінійних алгебраїчних рівнянь.

Обґрунтування та основні етапи методу Ньютона. Обмеження на величину кроку. Модифікований метод Ньютона. Метод простої ітерації, організація ітераційного процесу. Достатні умови збіжності та зупинки ітераційного процесу при заданій точності. Особливості рішення систем нелінійних алгебраїчних рівнянь. Вибір типу точності. Можливі ускладнення процесу пошуку рішення та деякі засоби боротьби із ними.

Лекція 7. Методи обчислення власних значень і власних векторів матриці.

Поняття власного значення і власного вектора квадратної матриці. Обчислення власних значень матриць спеціального типу. Метод ітерацій для пошуку максимального за абсолютною величиною власного значення матриці, умова збіжності методу.

Змістовий модуль 2. Числове диференціювання та інтегрування.

Лекція 8. Інтерполяція функцій.

Задача інтерполяції. Інтерполяційний многочлен Лагранжа. Залишковий член інтерполяційної формули. Поняття про скінченні різниці. Інтерполяційні формули Ньютона: система функцій, що застосовуються, визначення коефіцієнтів та загальний вигляд першої та другої формул Ньютона. Оцінка реально необхідного степеня інтерполяційного поліному за поведінкою системи різниць. Процедура визначення коефіцієнтів. Відмінність першої (вперед) та другої (назад) формул Ньютона. Інтерполяційний многочлен Ньютона з поділеними різницями. Схема Ейткена.

Лекція 9. Наближення функцій за табличними значеннями.

Елементи кореляційного аналізу. Метод найменших квадратів. Рівняння регресії. Вибірковий коефіцієнт кореляції. Поняття про нелінійну кореляційну залежність. Методи лінеаризації.

Лекція 10. Чисельне диференціювання.

Задача числового диференціювання. Постановка задачі числового диференціювання. Особливості та труднощі числового диференціювання. Загальний підхід до отримання формул числового диференціювання на базі інтерполяційних формул. Метод чисельного диференціювання функцій з використанням інтерполяційного многочлена Ньютона.

Лекція 11. Наближене інтегрування функцій.

Основні підходи до побудови формул числового інтегрування. Формули прямокутників. Квадратурна формула Ньютона-Котеса. Формула трапецій, точність. Формула Сімпсона, точність. Априорна оцінка точності та вибір кроку інтегрування із умови забезпечення заданої точності. Розбиття загального інтервалу інтегрування з метою підвищення точності. Апостеріорна оцінка точності процедури інтегрування, принцип Рунге.

Лекція 12. Методи наближеного інтегрування звичайних диференціальних рівнянь.

Основні методи рішення задачі Коші. Наближені методи: метод степеневих рядів, метод послідовних наближень. Метод невизначених коефіцієнтів. Класифікація числових методів рішення задачі Коші: метод Ейлера, удосконалений метод Ейлера, удосконалений метод Ейлера-Коші, обґрунтування методу Ейлера-Коші; точність методів. Метод Рунге-Кутта. Оцінка точності.

Лекція 13. Чисельні методи розв'язання інтегральних рівнянь

Постановка задачі розв'язання інтегральних рівнянь. Класифікація інтегральних рівнянь. Прямі та ітераційні чисельні методи розв'язання інтегральних рівнянь. Методи апроксимуючих функцій.

Лекція 14. Крайові задачі математичної фізики.

Класифікація диференціальних рівнянь із частинними похідними. Постановка задач для диференціальних рівнянь із частинними похідними еліптичного, параболічного та гіперболічного типу.

Лекція 15. Чисельні методи розв'язання крайових задач.

Методискінченних різниць розв'язування параболічних, гіперболічних та еліптичних рівнянь.

4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість Годин
1	Абсолютні і відносні похибки. Правила наближених обчислень.	2
2	Метод бісекції. Метод Ньютона. Комбінований метод хорд та дотичних.	2
3	Метод простих ітерацій.	2
4	Метод Гаусса. Метод Халецького.	2
5	Метод простих ітерацій, метод Зейделя.	2
6	Розв'язування систем нелінійних алгебраїчних рівнянь.	2
7	Модульна контрольна робота №1.	2
8	Інтерполяційний многочлен Лагранжа. Інтерполяційні формули Ньютона	2
9	Числове диференціювання.	2
10	Метод чисельного диференціювання функцій на основі інтерполяційного многочлена Ньютона.	2
11	Квадратурні формули прямокутників та трапецій,	2
12	Формула Сімпсона числового інтегрування.	2
13	Наближене розв'язування диференціальних рівнянь методом Ейлера.	2

14	Метод Рунге-Кутта. Метод найменших квадратів.	2
15	Модульна контрольна робота №2.	2

5. Самостійна робота студентів

Необхідним елементом успішного засвоєння навчального матеріалу дисципліни є самостійна робота студентів з вітчизняною та іноземною спеціальною літературою. Самостійна робота є основним засобом оволодіння навчальним матеріалом у вільний від обов'язкових аудиторних навчальних занять час.

Для самостійного опрацювання виносяться наступні теми.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	LU-розкладення та його застосування для розв'язання систем лінійних рівнянь.	8
2	Метод квадратних коренів розв'язання систем лінійних рівнянь.	8
3	Розв'язання систем лінійних рівнянь великої розмірності.	6
4	Метод градієнтного спуску розв'язання систем нелінійних рівнянь.	10
5	Методи пошуку максимального за модулем власного значення матриці.	10
6	QR-алгоритм пошуку всіх власних значень матриці.	8
7	Сплайн-інтерполяція, оцінки похибки.	4
8	Екстраполяція та наближення функцій.	4
9	Формули чисельного диференціювання функцій, оцінки їх похибки.	8
10	Багатокрокові методи розв'язання диференціальних рівнянь.	8
11	Метод кінцевих різниць розв'язання крайової задачі для звичайних диференціальних рівнянь.	8
12	Прямі та ітераційні чисельні методи розв'язання інтегральних рівнянь.	10
13	Метод Гальоркіна розв'язання інтегральних рівнянь.	8
14	Методи розв'язання параболічних, гіперболічних та еліптичних рівнянь.	10
15	Методи розв'язання краєвих задач для рівнянь з частинними похідними: сіток, скінчених елементів, прямі та ітераційні.	10

6. Методи навчання

При викладанні дисципліни використовуються наступні методи навчання:

М1. Лекція (проблемна, інтерактивна)

М2. Лабораторна робота – для використання набутих знань до розв'язування практичних завдань;

М3. Проблемне навчання – створення проблемної ситуації для зацікавленого і активного сприйняття матеріалу.

М4. Проектне навчання (індивідуальне, малі групи, групове)

М5. Он-лайн навчання

М8. Дослідницький метод

7. Форми контролю

При викладанні дисципліни передбачені такі форми контролю:

МК1. Тестування

МК2. Контрольне завдання

МК4. Методи усного контролю

МК5. Екзамен

МК7. Звіт

Для студентів денної форми навчання: усне опитування (МК4) та експрес контроль (МК1) на лабораторних заняттях, захист індивідуальних лабораторних завдань (МК7), аудиторні модульні контрольні роботи (МК2).

8. Розподіл балів, які отримують студенти

Під час контролю знань студентів враховуючи наступні види робіт:

- робота студента на лекційних заняттях;
- захист лабораторної роботи студентом;
- аудиторні модульні контрольні роботи – до 40 балів.

Види робіт	Кількість балів
Модуль 1. Методи розв'язування рівнянь та систем.	100 (min 60)
Лабораторна робота №1	8
Лабораторна робота №2	8
Лабораторна робота №3	8
Лабораторна робота №4	10
Лабораторна робота №5	8
Лабораторна робота №6	10
Модульна КР №1	40
Робота на лекційних заняттях	8
Модуль 2. Числове диференціювання та інтегрування.	100 (min 60)
Лабораторна робота №7	8
Лабораторна робота №8	8
Лабораторна робота №9	8
Лабораторна робота №10	8
Лабораторна робота №11	8
Лабораторна робота №12	8
Лабораторна робота №13	8
Модульна КР №2	40
Робота на лекційних заняттях	4

Оцінювання знань студента відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України» (наказ про введення в дію від 27.12.2019 р. № 1371).

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка національна за результати складання	
	екзаменів	заліків
90-100	відмінно	зараховано
74-89	добре	
60-73	задовільно	
0-59	незадовільно	не зараховано

Для визначення рейтингу студента (слухача) із засвоєння дисципліни $R_{\text{дис}}$ (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи $R_{\text{нр}}$ (до 70 балів): $R_{\text{дис}} = R_{\text{нр}} + R_{\text{ат}}$.

9. Методичне забезпечення

1. Нещадим О.М., Панкрат'єв В.О. Чисельні методи: Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів ОС "Бакалавр" спеціальності 122 "Комп'ютерні науки" денної форми навчання. – К.: ЦП "КОМПРИНТ", 2019. – 96 с.

2. Панкрат'єв В.О., Шукайло Є.М. Чисельні методи в інформатиці: Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів напряму підготовки “Комп’ютерні науки” денної форми навчання.– К.: ВЦ НУБіП, 2011. – 76 с.

10. Рекомендована література

Основна:

1. Демидович Б.П. Основы вычислительной математики / Б.П. Демидович, И.А. Марон. – М.: Наука, 1970. – 664 с.
2. Копченкова Н.В. Вычислительная математика в примерах и задачах / Н.В. Копченкова, И.А. Марон. – М.: Наука, 1972. – 368 с.
3. Суліма І.М. Чисельні методи із застосуванням MATLAB / І.М. Суліма, В.Ф. Мейш. – К.: Вид-во НАУ, 2003. – 320 с.
4. Фельдман Л. П. Чисельні методи в інформатиці / Л. П. Фельдман, А. І. Петренко, О. А. Дмитрієва. – К. : Видавничка група ВHV. – 2006, – 480 с.

Допоміжна:

1. Коллатц Л. Задачи по прикладной математике /Л. Коллатц, Ю. Альбрехт. – М.: Мир, 1978. – 168 с.
2. Лященко М.Я. Чисельні методи / М.Я. Лященко, М.С. Головань. – К.: Либідь, 1996.– 288 с.
3. Мэтьюз Д. Г. Численные методы. Использование MATLAB / Д. Г. Мэтьюз, К. Д. Финк.– М.: ИД “Вильямс”, 2001. – 720 с.
4. Хемминг Р.В. Численные методы / Р.В. Хемминг. – М.: Наука, 1968. – 400 с.
5. Исаков В.Б. Элементы численных методов / В.Б. Исаков. – М.: Академия, 2003. – 192 с.
6. Самарський А. А. Численные методы / А. А. Самарський, А. В. Гулин. – М.: Наука, 1989. – 432 с.

11. Інформаційні ресурси

1. Електронний навчальний курс дисципліни “Чисельні методи” : режим доступу <https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=779>
2. Електронний посібник з чисельних методів: режим доступу: [mif.pu.if.ua>attachments/article/24-02-11/Chys_...](http://mif.pu.if.ua/attachments/article/24-02-11/Chys_...)