

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

«ЗАТВЕРДЖУЮ»



2022 року

«ЗАТВЕРДЖУЮ»



2022 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Обчислювальна математика

для студентів

галузь знань	10 Природничі науки
спеціальність	103 Науки про Землю
освітній рівень	Бакалавр
освітня програма	Геологія та менеджмент надрокористування
блок дисциплін	Геоінформатика
вид дисципліни	Вибіркова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2022/2023
Семестр	5
Кількість кредитів ECTS	3.0
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	залік

Викладач: *Вишва Зоя Олександрівна*, доктор фізико-математичних наук, професор кафедри загальної математики.

Пролонговано: на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ р.  
на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ р.  
на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ р.

КИЇВ – 2022

Розробник: доктор фізико-математичних наук, професор **Вижва Зоя Олександрівна**.

Робоча програма дисципліни " **Обчислювальна математика** " затверджена на засіданні кафедри загальної математики

Протокол № 1 від "30" серпня 2022 року

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ (проф. Станжицький О.М.)  
«\_30\_» серпня \_\_\_\_\_ 2022 року

Схвалено науково - методичною комісією механіко-математичного факультету

Протокол від «31» \_\_ серпня \_\_ 2022 року № 1

Голова науково-методичної комісії \_\_\_\_\_ (проф. Олійник А.С.)  
(підпис)

«\_31\_» \_\_ серпня \_\_\_\_\_ 2022 року

Схвалено науково - методичною комісією ННІ «Інститут геології»

Протокол від «\_26\_» \_\_\_\_\_ 08 2022 року № 1

Голова науково-методичної комісії \_\_\_\_\_ (Демидов В.К.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

© З.О.Вижва , 202\_ рік

© \_\_\_\_\_, 202\_ рік

© \_\_\_\_\_, 202\_ рік

<sup>1</sup> Розробляється лектором. Робоча програма навчальної дисципліни розглядається на засіданні кафедри (циклової комісії – для коледжів), науково-методичної комісії факультету/інституту (раді навчального закладу - коледжу), підписується завідувачем кафедри (головою циклової комісії), головою науково-методичної комісії факультету/інституту (головою ради) і затверджується заступником декана/директора інституту з навчальної роботи (заступником директора коледжу).

**Мета і завдання навчальної дисципліни** "Обчислювальна математика" є ознайомлення та оволодіння сучасними методами обчислювальної математики, теоретичними положеннями та основними застосуваннями математичних методів наближених обчислень в геології.

**Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:**

Студент повинен мати базові знання з вищої алгебри, диференціального та інтегрального числення, математичного аналізу.

**Анотація навчальної дисципліни:**

У програмі навчальної дисципліни "Обчислювальна математика" розглядаються такі основні поняття: похибки результату чисельного розв'язку задачі в сучасній геофізиці. Джерела та класифікація похибки. Обчислювальна похибка. Абсолютна та відносна похибки. Похибки функції. Класифікація методів розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Метод Гаусса. Метод простої ітерації та метод Зейделя. Метод градієнтного спуску. Похибки наближеного розв'язку системи лінійних рівнянь. Регуляризація. Розв'язування систем нелінійних рівнянь і задачі оптимізації. Метод простої ітерації. Метод Ньютона-Гаусса. Основи теорії інтерполяції та її використання в геофізиці. Постановка задачі наближення функціями. Інтерполяційний поліном Лагранжа. Перший та другий інтерполяційні поліноми Ньютона. Вибір вузлів інтерполяції. Інтерполяція сплайнами. Екстраполяція. Чисельне диференціювання. Чисельне інтегрування, формули Ньютона-Котеса. Формула прямокутників з кратними вузлами. Формула трапецій. Формула Сімпсона. Застосування методу найменших квадратів для згладжування результатів спостережень.

**Завдання (навчальні цілі)** – ознайомлення студентів з:

- 1) похибкою результату чисельного розв'язку задачі;
- 2) методом простої ітерації та методом Зейделя для розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь;
- 3) розв'язуванням систем нелінійних рівнянь методом Ньютона
- 4) інтерполяційним поліномом Лагранжа.;
- 5) першим та другим інтерполяційним поліномом Ньютона;
- 6) екстраполяцією та оберненим інтерполюванням;
- 7) інтерполяцією сплайнами;
- 8) чисельним диференціюванням та чисельним інтегруванням;
- 9) методом найменших квадратів;
- 10) можливостями використання математичних пакетів прикладних програм для роботи з обчислювальної математики;
- 11) застосуванням знань, умінь, навичок і комунікацій у професійній діяльності, аналізом та розв'язуванням прикладних геологічних задач.

### Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1, знати; 2, вміти; 3, комунікація; 4, автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
<b>1</b>	<b>студент повинен знати:</b>			до 50%
1.1	склад похибки результату чисельного розв'язку задачі	лекційні заняття, практичні заняття, самостійна робота	письмова модульна контрольна робота, оцінювання роботи на заняттях, оцінювання виконання практичних та самостійних робіт	5%
1.2	метод простої ітерації та метод Зейделя	лекційні заняття, практичні заняття, самостійна робота	письмова модульна контрольна робота, оцінювання роботи на заняттях, оцінювання виконання практичних та самостійних робіт	5%
1.3	метод Ньютона для розв'язування систем нелінійних рівнянь	лекційні заняття, практичні заняття, самостійна робота	письмова модульна контрольна робота, оцінювання роботи на заняттях, оцінювання виконання практичних та самостійних робіт	5%
1.4	інтерполяційний поліном Лагранжа; перший та другий інтерполяційні поліноми Ньютона; екстраполяція та обернене інтерполювання; інтерполяція сплайнами	лекційні заняття, практичні заняття, самостійна робота	письмова модульна контрольна робота, оцінювання роботи на заняттях, оцінювання виконання практичних та самостійних робіт	20%
1.5	чисельне диференціювання та чисельне інтегрування	лекційні заняття, практичні заняття, самостійна робота	письмова модульна контрольна робота, оцінювання роботи на заняттях, оцінювання виконання практичних та самостійних робіт	10%
1.6	метод найменших квадратів	лекційні заняття, практичні заняття, самостійна робота	письмова модульна контрольна робота, оцінювання роботи на заняттях, оцінювання виконання практичних та самостійних робіт	5%
<b>2</b>	<b>студент повинен вміти:</b>			до 35%
2.1	володіти методами розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь (метод Гаусса, метод	лекційні заняття, практичні заняття, самостійна робота	Письмова модульна контрольна робота, практичні роботи,	5%

	прості ітерації та метод Зейделя)		самостійне опрацювання відкритих інформаційних джерел	
2.2	застосовувати сучасні методи розв'язувати системи нелінійних рівнянь (метод Ньютона);	лекційні заняття, практичні заняття, самостійна робота	Письмова модульна контрольна робота, практичні роботи, самостійне опрацювання відкритих інформаційних джерел	5%
2.3	будувати інтерполяційний поліном Лагранжа а також перший та другий інтерполяційні поліноми Ньютона; застосовувати інтерполяцію сплайнами, екстраполювати дані	лекційні заняття, практичні заняття, самостійна робота	Письмова модульна контрольна робота, практичні роботи, самостійне опрацювання відкритих інформаційних джерел	10%
2.4	проводити чисельне диференціювання та чисельне інтегрування за формулами Ньютона-Котеса, прямокутників з кратними вузлами, формулою трапецій та ормулою Сімпсона	лекційні заняття, практичні заняття, самостійна робота	Письмова модульна контрольна робота, практичні роботи, самостійне опрацювання відкритих інформаційних джерел	5%
2.5	застосовувати метод найменших квадратів; аналізувати похибки результату розв'язку задач обчислювальної математики	лекційні заняття, практичні заняття, самостійна робота	Письмова модульна контрольна робота, практичні роботи, самостійне опрацювання відкритих інформаційних джерел	5%
2.6	застосовувати сучасні методи обчислювальної математики для розв'язання геологічних задач та набувати навички самостійного використання і вивчення літератури з математичних дисциплін	лекційні заняття, практичні заняття, самостійна робота	Письмова модульна контрольна робота, практичні роботи, самостійне опрацювання відкритих інформаційних джерел	5%
<b>3</b>	<b>Комунікація</b>			до 5%
3.1	здатність грамотно будувати комунікацію, виходячи з мети і ситуації спілкування	лекційні заняття, самостійна робота	практичні роботи	5%
<b>4</b>	<b>автономність та відповідальність</b>			до 10%

4.1	продемонструвати розуміння особистої/персональної відповідальності за професійні та/або управлінські рішення, які базуються на використанні математичних методів	практичні заняття, самостійна робота	Усне опитування	10%

*Структура курсу: лекційні заняття, практичні заняття, самостійна робота студентів*

### Схема формування оцінки

**Форми оцінювання студентів:** рівень досягнення всіх запланованих результатів навчання визначається за результатами написання письмових контрольних робіт і за результатами роботи на практичних заняттях. Вклад результатів навчання у підсумкову оцінку, за умови їх опанування на належному рівні і успішної здачі всіх практичних робіт наступний:

- результати навчання 1.1 – 1.6 [знання] до 50 %;
- результат навчання 2.1 – 2.6 [вміння] – до 35%;
- результат навчання 3.1 [комунікація] – до 5%;
- результат навчання 4.1 [автономність та відповідальність] – до 10%.

Форми оцінювання студентів:

- **семестрове оцінювання:** контроль здійснюється за таким принципом. У змістовий модуль 1 (ЗМ1) входять теми 1-4, у змістовий модуль 2 (ЗМ2) входять теми 5-11. Протягом семестру після завершення відповідних тем, проводяться дві письмові модульні контрольні роботи. Для визначення рівня досягнення результатів навчання завдання для модульної контрольної роботи перевіряють уміння володіти математичним матеріалом. Обов'язковим для допуску до заліку є написання 1-ї та 2-ї модульних контрольних робіт з кількістю балів не менше 5 та 5 відповідно (за кожну контрольну роботу студент може отримати максимально 10 балів), і успішної здачі всіх практичних робіт (за кожну практичну роботу студент може отримати максимально 10 балів).
- **підсумкове оцінювання (у формі заліку):** форма заліку – письмово-усна. Залікова робота складається із 2 завдань, які є теоретичними. Кожне завдання оцінюється від 0 до 10 балів. Додатково від 0 до 10 балів студент отримує за усне опитування. Всього за залік можна отримати від 0 до 20 балів. Умовою досягнення позитивної оцінки за дисципліну є отримання не менш ніж 60 балів, при цьому оцінка за результатами навчання 2 [вміння] і 4 [автономність та відповідальність] не може бути меншою ніж 50% від максимального рівня, оцінка за залік не може бути меншою 14 балів.
- **умови допуску до підсумкового заліку:** умовою допуску до заліку є отримання студентом сумарно не менше, аніж *критично-розрахунковий мінімум 46 балів* за семестр. Студенти, які протягом семестру набрали сумарно меншу кількість балів, ніж критично-розрахунковий мінімум 46 балів, для одержання допуску до заліку обов'язково повинні написати на необхідну порогову кількість балів додаткову контрольну роботу за матеріалом відповідного семестру та доскладають практичні роботи для підвищення балів.

**Організація оцінювання** (обов'язково зазначається порядок організації передбачених робочою навчальною програмою форм оцінювання із зазначенням орієнтованого графіку оцінювання):

**Оцінювання за формами контролю:**

	<b>ЗМ1</b>		<b>ЗМ2</b>	
	<i>Min. – балів</i>	<i>Max. – балів</i>	<i>Min. – балів</i>	<i>Max. – балів</i>
Активність студента на заняттях і виконання ним самостійної роботи	3	5	3	5
Активність студента на практичних заняттях і виконання ним практичних робіт	12	20	24	40
Модульна контрольна робота 1	5	10		
Модульна контрольна робота 2			5	10

**Орієнтований графік оцінювання:**

	<i>Орієнтовний період для здійснення відповідної форма оцінювання</i>
Модульна контрольна робота 1	15-20.10
Модульна контрольна робота 2	20-30.11
Активність студента на заняттях і виконання ним самостійної роботи	01.09.-30.11
Активність студента на практичних заняттях і виконання ним практичних робіт	01.09.-30.11
Добір балів/додаткова контрольна робота/доскладання практичних робіт	30.11-10.12
залік	01.12-15.12

*Розрахунок балів, які студент отримує при успішній здачі заліку:*

	Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2	<b>залік</b>	Підсумкова оцінка
<i>Мінімум</i>	18	30	12	60
<b>Максимум</b>	<b>30</b>	<b>50</b>	<b>20</b>	<b>100</b>

**Шкала відповідності оцінок**

<b>Зараховано / Passed</b>	60-100
<b>Не зараховано / Fail</b>	0-59

**Структура навчальної дисципліни**  
**Тематичний план лекцій та практичних занять**

№ теми	НАЗВА ТЕМИ	Кількість годин		
		Лекції	Практичні	Самостійна робота
<b>ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ I : „Розв'язання систем алгебраїчних рівнянь“</b>				
1	Похибки результату чисельного розв'язку задачі.	2		2
2	Розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Метод послідовного вилучення невідомих (метод Гаусса).	2	2	6
3	Метод простої ітерації та метод Зейделя	2		6
4	Розв'язування систем нелінійних рівнянь методом Ньютона	2	2	4
	<i>Модульна контрольна робота 1</i>	1		
<b>ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ II: „Основи теорії інтерполяції та її використання в геології“</b>				
5	Постановка задачі наближення функціями. Інтерполяційний поліном Лагранжа	2	2	4
6	Перший та другий інтерполяційні поліноми Ньютона	2	2	6
7	Екстраполяція та обернене інтерполювання	2		2
8	Інтерполяція сплайнами	2		4
9	Чисельне диференціювання	4	2	4
10	Чисельне інтегрування	4	2	4
11	Метод найменших квадратів	2	2	4
	<i>Модульна контрольна робота 2</i>	1		
<b>Всього годин за семестр - 90, з них:</b>		<b>28</b>	<b>14</b>	<b>46</b>

Загальний обсяг **90 год.**, в тому числі:

Лекції – **28 год.**

Практичні – **14 год.**

Самостійна робота – **46 год.**

Консультації – **2 год.**

### **Тематика практичних занять:**

1. Метод простої ітерації та метод Зейделя.
2. Розв'язування систем нелінійних рівнянь методом Ньютона.
3. Інтерполяційний поліном Лагранжа.
4. Перший та другий інтерполяційні поліноми Ньютона.
5. Чисельне диференціювання. Чисельне інтегрування.
6. Метод найменших квадратів.

### **Рекомендовані джерела:**

#### **Основні:**

1. Калайда О.Ф. Чисельні методи (основи обчислювальної математики). Навчальний посібник.- Київ, -ВПЦ: «Київський університет», -2000, -249 с.
2. Лященко М.Я., Головань М.С. Чисельні методи. – К.: Либідь, 1996.-288 с.
3. Гаврилюк І.П., Макаров В.Л. Методи обчислень: Підручник. – К.: Вища шк. 1995. – 367 с.
4. Старостенко В.И. Устойчивые численные методы в задачах гравиметрии. – Киев: Наукова думка, 1978.
5. Фельдман Л.П., Петренко А.І., Дмитрієва О.А. Чисельні методи в інформатиці – К.: Видавнича група ВНУ, 2006. – 480 с.
6. Ляшко И.И., Макаров В.Л., Скоробагатько А.А. Методы вычислений (Численный анализ. Методы решения задач математической физики). – Киев: Вища шк., 1977. – 408 с.

#### **Додаткові:**

- 1.. Бурківська В.Л. Методи обчислень: Практикум на ЕОМ. Навч. посібник / Бурківська В.Л. та ін. – К.: Вища шк., 1995. – 303 с.
2. Волонтир Л.О. Чисельні методи: Навчальний посібник. / Волонтир Л.О, Зелінська О.В., Потапова Н.А., Чіков І.А., Вінницький національний аграрний університет. – Вінниця: ВНАУ, 2020 – 322 с.
3. Григоренко Я.М., Панкратова Н.Д. Обчислювальні методи в задачах прикладної математики. – К.: Либідь, 1995.
4. Гончаров О. А. Чисельні методи розв'язання прикладних задач : навч. посіб. / О. А. Гончаров, Л. В. Васильєва, А. М. Юнда. – Суми : Сумський державний університет, 2020. – 142 с.

5. Зелінський К.Х., Ігнатенко В.М., Коц О.П. Комп'ютерні методи прикладної математики. – К.: Академперіодика, 2002. – 480 с.
6. Лященко Б.М., Кривонос О.М., Вакалюк Т.А. Методи обчислень: навчально-методичний посібник для студентів фізико-математичного факультету. – Житомир: Вид-во ЖДУ, 2014. – 228 с., іл.
7. Метьюз Дж., Фінк К. Численные методы. Использование MatLab. – СПб.: Вильямс, 2001. – 583 с.
8. Цегелик Г.Г. Чисельні методи: Підручник. – Львів: Видавничий центр Львівського національного університету імені Івана Франка, 2004.– 408 с.
9. Everitt B. A Hothorn T. Everitt B. Hndbook of statistical analyses using. 2- nd ed. Chapman and HALLICRC, 2009. 376 p.
10. Shumway R. H., Stoffer D. S. Time series analyses and its applications: With R examples. 3-rd ed. New York : Springer, 2011. 596 p.

***Ресурси мережі Інтернет:***

1. Quick-R [Electronic resource]. - Access mode : <http://www.stat-methods.net/index.html>.
2. R Site Search [Electronic resource]. - Access mode : <http://finzi.psych.upenn.edu/mz.html>.
3. Rtips. Revival 2014! [Electronic resource]. - Access mode <http://j.freefaculty.org/IRIRtips.html>.
4. Statistics with R [Electronic resource]. - Access mode : [http://zoonek2.free.fr/UNIXI48\\_RIall.html](http://zoonek2.free.fr/UNIXI48_RIall.html).
5. The Comprehensive R Archive Network [Electronic resource]. - Access mode : <http://cran.r-project.org>.