



# Інформатика, обчислювальна техніка та числові методи. Частина 2. Числові методи

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### 1. Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>132 Матеріалознавство</i>
Освітня програма	<i>Нанотехнології та комп'ютерний дизайн матеріалів</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>Прискорена очна(денна)/ змішана / дистанційна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс. Частина 1 – перезарахування. Частина 2 – осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>9.5 кредитів ЕКТС/ 285 годин: 54 годин лекцій, 108 години лабораторних робіт, 123 години СРС. Частина 1. 6 кредитів ЕКТС/180 годин: 18 годин лекцій, 72 лабораторних робіт, 90 годин СРС Частина 2. 3,5 кредити/105 годин: 36годин лекцій, 36 годин лабораторних робіт, 33 години СРС</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Частина 1. Екзамен / МКР / Розрахункова робота (перезарахування) Частина 2. Залік / МКР / Розрахункова робота</i>
Розклад занять	<i><a href="https://schedule.kpi.ua/">https://schedule.kpi.ua/</a></i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н., доц. <b>Степанов Олег Васильович</b>, <a href="mailto:ostepanoff@iff.kpi.ua">ostepanoff@iff.kpi.ua</a>; +380 50 330 68 15; Лабораторні (комп'ютерний практикум):к.т.н., доц. <b>Степанов Олег Васильович</b>, <a href="mailto:ostepanoff@iff.kpi.ua">ostepanoff@iff.kpi.ua</a>; +380 50 330 68 15;</i>
Розміщення курсу	<i>GoogleClassroom: <a href="https://classroom.google.com/">https://classroom.google.com/</a>; електронний кампус: <a href="https://ecampus.kpi.ua/">https://ecampus.kpi.ua/</a></i>

### 2. Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

*Застосування комп'ютерної техніки та сучасного програмного забезпечення є однією з ключових характеристик фахівця, особливо в технічних, інженерних науках, до яких відноситься галузь Механічна інженерія та спеціальність Матеріалознавство. Оволодіння теоретичним обґрунтуванням, алгоритмуванням та програмуванням числових методів має комплексне значення у формуванні загальних компетентностей майбутнього інженера чи науковця. Це і вміння розділяти складні задачі на складові, і застосування стандартних методів розрахунку, і розуміння формулювання стандартних задач, до яких можуть бути зведені інші задачі шляхом спрощення чи наближення. З огляду на це, дисципліну «Інформатика, обчислювальна техніка та числові методи. Частина 2. Числові методи віднесено до циклу дисциплін загальної підготовки.*

*Предметом вивчення дисципліни є числові методи розв'язання задач обчислювальної математики, їх алгоритмування та програмування; застосування стандартних програм та бібліотек розширення, що реалізують алгоритми вказаних методів.*

*Метою дисципліни є розвиток у студентів загальних компетентностей:*

- здатності застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- здатності виявляти, ставити та вирішувати проблеми;
- здатності приймати обґрунтовані рішення;
- здатності використання інформаційних та комунікаційних технологій;
- здатності працювати автономно;

*а також фахових компетентностей:*

- здатності застосовувати відповідні кількісні математичні, фізичні і технічні методи і комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних матеріалознавчих завдань
- здатності застосовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів, необхідних для підтримки діяльності в сфері матеріалознавства.

*Згідно з вимогами освітньо-професійної програми після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають:*

- володіти засобами сучасних інформаційних та комунікаційних технологій та професійної діяльності.

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

*Дисципліна викладається у першому семестрі підготовки за освітньо-професійною програмою бакалаврів має фундаментальний характер. Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен оволодіти набором компетентностей та програмних результатів, передбачених стандартом повної загальної середньої освіти та програмою підготовки освітнього рівня молодший спеціаліст, а також знаннями з дисциплін: «Вища математика. Частина 1. Диференціальне числення та лінійна алгебра», яка вивчається у той же час.*

*Результати вивчення дисципліни «Інформатика, обчислювальна техніка та числові методи. Частина 2. Числові методи» необхідні для вивчення дисциплін ОНП бакалавра:*

- Методи моделювання та оптимізації;
- Основи організації експерименту;
- Основи комп'ютерного дизайну матеріалів;
- Проведення розрахунків з інших дисциплін циклу професійної підготовки;
- При виконанні курсових та дипломних робіт (проектів).

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

**Перезарахування. Частина 1. Інформатика, обчислювальна техніка та програмування.**

**Розділ 1.** Інформатика, обчислювальна техніка.

**Тема 1.** Інформатика, обчислювальна техніка. Короткий огляд історії розвитку комп'ютерної техніки, місце у сучасному суспільстві, роль в інженерії

**Розділ 2.** Основи програмування.

**Тема 2.** Парадигми програмування. Характеристика парадигм імперативного, декларативного, функціонального, процедурного, структурного та об'єктно-орієнтованого програмування.

**Тема 3.** Основні елементи структурного програмування. Оператор присвоєння. Лінійне виконання операторів, цикли, конструкції умовного розгалуження програм;

**Тема 4.** Структури даних. Зовнішні модулі.

**Тема 5.** Функції. Простір імен.

**Розділ 3.** Основи обробки експериментальних даних.

**Тема 6.** Похибки вимірювання та обчислення. Аналіз похибок та управління точністю.

**Тема 7.** Методи розв'язання нелінійних рівнянь та підходи до їх програмування.

**Частина 2. Числові методи.**

**Розділ 1.** Числові методи розв'язання задач лінійної алгебри.

**Тема 1.** Числові методи розв'язання систем лінійних рівнянь на основі виключення змінних.

**Тема 2.** Ітераційні методи розв'язання систем лінійних рівнянь.

**Тема 3.** Розширені можливості бібліотек лінійної алгебри.

**Розділ 2.** Методи інтерполявання та апроксимації.

**Тема 3.** Апроксимація табличних даних однієї змінної методом найменших квадратів.

**Тема 4.** Інтерполявання табличних даних.

**Розділ 3.** Методи наближеного інтегрування.

**Тема 5.** Квадратурні формули наближеного інтегрування.

**Розділ 4.** Методи розв'язання звичайних диференціальних рівнянь

**Тема 6.** Розв'язання звичайних диференціальних рівнянь.

## **4. Навчальні матеріали та ресурси**

### **4.1. Базова література**

1. Степанов О. В. Інформатика, обчислювальна техніка, програмування та числові методи. Комп'ютерний практикум : Частина 1 [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 132 «Матеріалознавство» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: О. В. Степанов, Є. Г. Биба, Т. О. Соловійова. – Електронні текстові дані (1 файл: 4,29 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 135 с.
2. Назарчук І. В. Програмування та алгоритмічні мови 1. Алгоритмізація та основи програмування: Конспект лекцій [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 124 «Системний аналіз», освітньо-професійні програми «Системний аналіз та управління», «Системний аналіз фінансового ринку» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: І. В. Назарчук. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,1 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 140 с.
3. Коссак О. Методи наближених обчислень [Текст] / Коссак О., Тумашова О., Коссак О.. – Львів : БаК, 2003. – 165 с.

Базова література доступна в науково-технічній бібліотеці КПІ ім. Ігоря та в електронному репозиторії бібліотеки.

### **4.2 Додаткова література**

1. Лутц Марк. Изучаем Python [Текст] / Марк Лутц ; [пер. с англ.].—Санкт Петербург : Символ-Плюс, 2011. – 1280 с.
2. Maruch Stef. Python for Dummies [Text] / Stef Maruch, Maruch Aahz. – JohnWiley&Sons, 2006. – 434 p.
3. John V. Guttag. Introduction to Computation and Programming Using Python [Текст] / John V. Guttag. – London : The MIT Press. Cambridge, Massachusetts, 2013. – 298 p.
4. Демидович Б. В. Основы вычислительной математики [Текст] / Демидович Б. В., Марон И. А. -- Москва : Наука, 1966. – 664 с.
5. Хемминг Р. В. Численные методы для научных работников и инженеров [Текст] / Хемминг Р. В. – Москва : Наука, 1972. – 400 с.
6. Фильчаков П. Ф. Численные и графические методы прикладной математики [Текст] / Фильчаков П. Ф. - Київ : Наукова думка, 1970. – 800 с.

7. E. Joseph Billo. *Excel for scientists and engineers. Numerical methods [Text]* / E. Joseph Billo. – JohnWiley&Sons, Inc., 2007. – 454 p.

8. Joe D. Hoffman. *Numerical methods for engineers and scientists [Text]* / Joe D. Hoffman. – NewYork; Basel : Marcel Dekker, Inc., 2001. – 824 p.

## **5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)**

### **5.1 Лекції (36 годин)**

**Заняття 1.** Вступ. Мета та програмні цілі дисципліни, рейтингова система оцінювання

Системи лінійних рівнянь. Методи розв'язання на основі виключення змінних.[Електронна презентація], [3].

**Заняття 2.** Ітераційні методи розв'язання систем лінійних рівнянь. Метод ітерацій, метод Зейделя. [Електронна презентація],[3].

**Заняття 3.** Засоби лінійної алгебри зовнішніх спеціалізованих бібліотек [Електронна презентація], [<https://numpy.org/numpy-tutorials/content/tutorial-svd.html>].

**Заняття 4.** Поняття апроксимації, типові задачі. Основи методу найменших квадратів. Знаходження коефіцієнтів рівняння прямої. Оцінка похибки апроксимації [Електронна презентація], [3].

**Заняття 5.** Застосування лінійного варіанту МНК для апроксимації нелінійних залежностей. Коефіцієнт кореляції та оцінка його значимості. Приклад розрахунків на результатах реального експерименту [Електронна презентація], [3].

**Заняття 6.** Метод найменших квадратів для нелінійних функцій. Схеми лінеаризації [Електронна презентація], [3].

**Заняття 7.** Модульна контрольна робота (Додаток А).

**Заняття 8.** Реалізація методу найменших квадратів засобами стандартних математичних бібліотек. Оцінка точності апроксимації та адекватності моделі [Електронна презентація], [<https://numpy.org/numpy-tutorials/content/tutorial-svd.html>].

**Заняття 9.** Інтерполювання табличних даних, постановка задачі інтерполяції. Застосування кусково-лінійного інтерполювання [Електронна презентація], [3].

**Заняття 10.** Інтерполяційні формули, засновані на кінцевих різницях. Перша та друга формула Ньютона. Таблиця різниць [Електронна презентація], [3]

**Заняття 11.** Інтерполяційні формули, засновані на центральних різницях. Обчислення різниць. [Електронна презентація], [3]

**Заняття 12.** Інтерполяційний поліном Лагранжа. Слайн інтерполювання. Вбудовані методи інтерполювання математичних бібліотек [Електронна презентація], [3]

**Заняття 13.** Числове інтегрування. Квадратурні формули [Електронна презентація], [3]

**Заняття 14.** Розв'язання систем нелінійних рівнянь. Методи лінеаризації. [Електронна презентація], [3]

**Заняття 15.** Розв'язання систем нелінійних рівнянь. Градієнтні методи. [Електронна презентація], [3]

**Заняття 16.** Розв'язання звичайних диференціальних рівнянь. Постановка задачі. Метод Ейлера [Електронна презентація], [3]

**Заняття 17.** Розв'язання звичайних диференціальних рівнянь. Метод Рунге-Кутта[Електронна презентація], [3]

**Заняття 18. Залік**

## 5.2 Лабораторні роботи (36 годин)

### Мета лабораторних робіт:

- практично оволодіти принципами програмування числових методів та вбудованими засобами розв'язання відповідних задач.

### Зміст комп'ютерних лабораторних робіт

**Заняття 1-2 (4 години).** Лабораторна робота 1. Розв'язання системи лінійних рівнянь методом Гауса.

**Заняття 3-4 (4 годин).** Лабораторна робота № 2. Розв'язання системи лінійних рівнянь методом ітерації.

**Заняття 5 (2 години).** Лабораторна робота № 3. Використання засобів бібліотеки `numpy.linalg` для розв'язання системи лінійних рівнянь та знаходження оберненої матриці.

**Заняття 6-8 (6 годин).** Лабораторна робота № 4. Інтерполювання табличних даних за першою (другою) формулою Ньютона.

**Заняття 9-10 (4 години).** Лабораторна робота № 5. Інтерполювання табличних даних за поліномом Лагранжа. Вбудовані засоби інтерполювання.

**Заняття 11-13 (6 годин).** Лабораторна робота № 6. Застосування методу найменших квадратів для лінійної, лінеаризованої та нелінійної апроксимації.

**Заняття 14-15 (4 години).** Лабораторна робота № 7. Числове інтегрування простого диференціального рівняння методом Ейлера.

**Заняття 16-17 (4 години).** Лабораторна робота № 8. Використання розширених можливостей графіки модуля `matplotlib.pyplot`.

**Заняття 18 (2 години).** Підсумкове заняття.

## 6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студентів (загальна тривалість 33 годин) полягає у:

Самостійному опрацюванні лекційного матеріалу (в розрахунку 0,5 година на 1 лекційне заняття) – всього 8 годин

Підготовці до лабораторних робіт – всього 11 годин

Підготовці до МКР - всього 4 години

Виконанні розрахункової роботи – всього 6 годин

Підготовці до семестрової атестації – Заліку – 4 години.

## 3. Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

#### Система вимог, які ставляться перед студентом:

- Тему пропущеного лекційного заняття студент повинен опрацювати самостійно шляхом написання конспекту;
- Завдання пропущеного комп'ютерного практикуму студент має виконати в час, узгоджений з викладачем.
- Під час усіх видів аудиторних занять забороняється використання мобільних телефонів у звуковому режимі, дозволяється обмежене використання месенджерів у беззвучному режимі. Під час комп'ютерних практикумів дозволяється застосування персональних

комп'ютерів для пошуку інформації, використання власних ресурсів, тощо.

- Результати виконаних комп'ютерних практикумів оформлюються у вигляді звітів з застосуванням текстового редактора. Звіт включає текстовий та ілюстраційний матеріал, що підтверджує виконання завдання, може включати посилання на електронну таблицю, у якій виконано розрахунки, завершується висновком.
- Розрахункова робота оформлюється у вигляді звіту з посиланнями на електронні таблиці з виконаними розрахунками. Таблиці повинні містити коментарі, стосовно використаних методів, прийнятих рішень у вузлах алгоритмів.
- Заохочувальні бали можуть бути призначені за особливі досягнення – зокрема застосування власних програм для реалізації методів які вивчаються, що дає змогу досліджувати властивості самих методів.
- Політикою дедлайнів передбачається необхідність своєчасного виконання завдань. Конспект пропущеної лекції має бути виконаний і поданий на перевірку не пізніше 2-х тижнів з часу пропущеної лекції. У випадку пропуску лекції через тривалу хворобу – не більше 2-х тижнів після одужання. Звіти з практичних занять виконуються і подаються на перевірку не пізніше 2-х тижнів з моменту завершення. Усі письмові документи мають бути захищені до закінчення теоретичного навчання в семестрі.
- Усі учасники освітнього процесу: викладачі і студенти в процесі роботи вивчення дисципліни мають керуватись принципами академічної доброчесності, передбаченими «Кодексом честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»» <https://kpi.ua/code>.

## **8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)**

Оцінювання результатів навчання проводиться за рейтинговою системою, складеною відповідно до вимог «Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського»

Поточне оцінювання включає оцінку:

- підготовки, виконання, оформлення звітів та захисту лабораторних робіт;
- виконання модульної контрольної роботи
- виконання індивідуального семестрового завдання (розрахункової роботи)

Повне виконання та захист результатів лабораторних робіт оцінюється диференційовано, залежно від змісту роботи та кількості годин, відведених на виконання роботи, а саме:

Робота 1. Виконання 6 балів, оформлення 1 бал;

Робота 2. Виконання 6 балів, оформлення 1 бал;

Робота 3. Виконання 5 балів, оформлення 1 бал;

Робота 4. Виконання 8 балів, оформлення 1 бал;

Робота 5. Виконання 6 балів, оформлення 1 бал;

Робота 6. Виконання 8 балів, оформлення 1 бал;

Робота 7. Виконання 6 балів, оформлення 1 бал;

Робота 8. Виконання 7 балів, оформлення 1 бал;

Всього за цикл лабораторних робіт максимально: 60 балів.

Виконання модульної контрольної роботи, яка складається з 2-х завдань (Додаток А) оцінюється максимально в 20 балів, зниження оцінки можливе за неповну відповідь, неправильну відповідь або відсутність відповіді.

Виконання та захист розрахункової роботи (Додаток Б) оцінюється максимально в 20 балів. Зниження оцінки можливе за помилки в алгоритмі або програмі, помилки в оформленні звіту з розрахункової роботи та його складових.

Календарний контроль проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Студенти, які на момент календарного контролю мають суму

результатів поточного контролю, яка не менше 50% максимально можливої одержують позитивну оцінку, у іншому випадку – негативну. 1-й календарний контроль (лабораторні 1-3; МКР максимальна сума 40 балів); 2-й календарний контроль (лабораторні 1-6, МКР, максимальна сума 56 балів).

Семестровий контроль – залік. Згідно схеми PCO-1 «Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського»: Рейтингова оцінка складається з балів, отриманих студентом за результатами поточного контролю. Рейтингова оцінка доводиться до здобувачів на передостанньому занятті з дисципліни в семестрі, але після захисту усіх звітів з комп'ютерних практикумів та розрахункової роботи. Здобувачі, які виконали умови допуску до заліку (не менше 30 балів за комп'ютерні практикуми та не менше 12 балів за розрахункову роботу) та мають рейтингову оцінку 60 і більше балів, отримують відповідну до набраного рейтингу оцінку без додаткових випробувань. Зі здобувачами, які виконали умови допуску до заліку але мають рейтингову оцінку менше 60 балів, а також з тими здобувачами, хто бажає підвищити свою рейтингову оцінку, на останньому за розкладом занятті з дисципліни в семестрі проводиться семестровий контроль у вигляді залікової контрольної роботи. Задачі, що виносяться на залікову контрольну роботу визначаються індивідуально, з врахуванням тем, з яких окремий здобувач має найнижчі результати. Залікова контрольна робота оцінюється максимальною оцінкою 40 балів. Семестровий рейтинг обчислюється як сума оцінок за лабораторні роботи та оцінки за залікову контрольну роботу.

**Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:**

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

## **9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**

9.1. Особливості навчання за змішаною або дистанційною формою, пов'язані з дотриманням протиепідемічних заходів, заходів пов'язаних з введенням військового або особливого стану, запровадженими державними або місцевими органами влади та/або адміністрацією університету.

Викладання дисципліни за змішаною або дистанційною формою навчання здійснюється з застосуванням платформи *google.classroom* та середовища *google.meet*.

Лекційні заняття проводяться в *on-line* режимі. Темі лекційних занять, демонстраційний матеріал у вигляді презентацій з текстовими коментарями, контрольні запитання надаються студентам заздалегідь. Лекційний час використовується у співвідношення 1:1 відносно аудиторної форми. Студентам рекомендується для участі у заняттях в середовищі *google.meet* використовувати персональний комп'ютер чи планшет, з розміром екрану не менше 10". Відеокамери комп'ютерів мають бути ввімкнені, мікрофони вимкнено. Студент застосовує мікрофон для відповіді на запитання викладача та для того, щоб задати запитання.

Лабораторні роботи, за дистанційної форми, виконуються із застосуванням власних засобів комп'ютерної техніки студентів. Рекомендоване середовище програмування python IDLE, jupyternotebook або colab notebook. On-line підключення необхідне на початку заняття для одержання допуску до виконання лабораторної роботи та одержання завдання. Викладач відповідає на запитання студентів одержані як із сеансу google.meet (голосом або через чат) так і через інші засоби електронного зв'язку.

Контрольні заходи проводяться у on-line режимі.

#### Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцент каф. Високотемпературних матеріалів та порошкової металургії, к.т.н., доцент, Степанов Олег Васильович

Ухвалено кафедрою Високотемпературних матеріалів та порошкової металургії (протокол № 21 від 08 липня 2022 р. )

Погоджено Методичною комісією НН Інституту матеріалознавства та зварювання ім. Є.О.Патона (протокол № 10/22 від 10 липня 2022 р. )

Додаток А

#### Орієнтовний вигляд завдання модульної контрольної роботи:

1. Розв'язати систему лінійних рівнянь задану матрицею методом Гауса-Жордана. Проміжні та кінцеві результати зберігати з точністю не гірше 2-х знаків після коми.

8	1	4	2	33
4	1	1	3	27
2	7	7	1	37
4	7	8	3	52

2. Розв'язати систему лінійних рівнянь методом Зейделя. Попередньо систему перетворити до зручного для ітерацій вигляду. Проміжні та кінцеві результати зберігати з точністю не гірше 2-х знаків після коми.

1	2	10	2	36
8	1	2	1	30
3	12	1	1	96
3	2	3	20	123



## **Приклади завдань розрахунково-графічної роботи**

**Розробити програму для реалізації розрахунків за індивідуальним завданням:**

- а) опрацювати літературу стосовно числових методів індивідуального завдання;*
- б) скласти алгоритм програми для реалізації числових методів згідно індивідуального завдання;*
- в) скласти, відлагодити та перевірити програму на контрольних прикладах;*
- г) оформити звіт з розрахунково-графічної роботи.*

## **Приклади індивідуальних завдань**

- 1. Програма розв'язання системи лінійних рівнянь методом головних елементів та ітерації з порівнянням результатів*
- 2. Програма інтерполювання табличних даних за інтерполяційною формулою Бесселя та поліномом Лагранжа з побудовою графіка одержаних поліномів.*
- 3 Програма апроксимації табличних даних поліномами 2-ї, 3-ї та 4-ї степені з побудовою графіка.*