

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ЗАТВЕРДЖУЮ
В.о. декана факультету комп'ютерних
інформаційних технологій
Ігор ЯКИМЕНКО
2023 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ
В.о. проректора
з науково-педагогічної роботи
Віктор ОСТРОВЕРХОВ
2023 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор навчально-наукового інституту новітніх
освітніх технологій
Святослав ПИТЕЛЬ
2023 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА
з дисципліни «Чисельні методи»

Ступінь вищої освіти: бакалавр
Галузь знань – 12 «Інформаційні технології»
Спеціальність – 126 «Інформаційні системи та технології»
Освітньо-професійна програма – «Інформаційні системи та технології»

Кафедра комп'ютерних наук

Форма навчання	Курс	Семестр	Лекції (год.)	Лабор. (год.)	ІРС (год.)	Тренінг, КПЗ (год.)	СРС (год.)	Разом (год.)	Іспит (сем.)
денна	1	2	30	30	4	8	78	150	2
заочна	1	2	8	4			138	150	2

31.08.2023
[Signature]

Тернопіль – ЗУНУ
2023

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми підготовки бакалавра галузі знань 12 «Інформаційні технології» спеціальності 126 Інформаційні системи та технології, затвердженої Вченою Радою ЗУНУ (протокол № «___» від _____ 2023 р.).

Робоча програма розроблена доцентом кафедри комп'ютерних наук, к.т.н., Співак Ірина Ярославівна.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри комп'ютерних наук, протокол № 1 від 28 серпня 2023 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор



Андрій ПУКАС

Розглянуто та схвалено групою забезпечення спеціальності 126 Інформаційні системи та технології, протокол № 1 від 30 серпня 2023 р.

Голова групи
забезпечення спеціальності,
д.т.н., доцент



Андрій МЕЛЬНИК

Гарант ОП
д.т.н., доцент



Андрій МЕЛЬНИК

СТРУКТУРА РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Чисельні методи»

1 Опис дисципліни «Чисельні методи»

Дисципліна – «Чисельні методи»	Галузь знань, напрям підготовки, ступінь вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів – 5	Галузь знань: 12 Інформаційні технології	Статус дисципліни: нормативна Мова навчання: українська
Кількість залікових модулів - 4	Напрямок підготовки: 126 Інформаційні системи та технології	Рік підготовки: <i>Денна</i> – 1; <i>Заочна</i> - 1 Семестр: <i>Денна</i> – 2; <i>Заочна</i> – 2,3
Кількість змістових модулів - 2	Ступінь вищої освіти: бакалавр	Лекції: <i>Денна</i> – 30 год. <i>Заочна</i> – 8 год Лабораторні роботи: <i>Денна</i> – 30 год. <i>Заочна</i> – 4 год
Загальна кількість годин - 150		Самостійна робота: <i>Денна</i> – 78 год. <i>Тренінг</i> – 8 год. <i>Заочна</i> – 138 год. Індивідуальна робота: КПІЗ - 4 год.
Тижневих годин - 10 год., з них аудиторних – 4 год.		Вид підсумкового контролю - екзамен

2 Мета й завдання вивчення дисципліни «Чисельні методи»

2.1. Мета вивчення дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни «Чисельні методи» є ознайомлення студентів з базовими методами наближень, з основними підходами в області апроксимації функцій, чисельного диференціювання, інтегрування тощо та набуття ними необхідної математичної підготовки для вивчення комп'ютерних наук.

2.2. Завдання вивчення дисципліни

Основними завданнями вивчення дисципліни «Чисельні методи» є спроможність студентів самостійно проаналізувавши задачу, правильно обрати наближений метод її розв'язку; надалі, запрограмувавши відповідний алгоритм, отримати числовий результат та оцінити похибку, що виникла в результаті розв'язку, і проінтерпретувати одержані результати.

2.3. Найменування та опис компетентностей, формування котрих забезпечує вивчення дисципліни:

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

СК13. Здатність проводити обчислювальні експерименти, порівнювати результати експериментальних даних і отриманих рішень.

2.4. Передумови для вивчення дисципліни.

Дисципліни, які повинні бути вивчені попередньо:

- Основи програмування
- Фізика.

2.5. Результати навчання

У результаті вивчення курсу «Чисельні методи» студенти повинні:

PH01. Знати лінійну та векторну алгебру, диференціальне та інтегральне числення, теорію функцій багатьох змінних, теорію рядів, диференціальні рівняння для функції однієї та багатьох змінних, операційне числення, теорію ймовірностей та математичну статистику в обсязі, необхідному для розробки та використання інформаційних систем, технологій та інфокомунікацій, сервісів та інфраструктури організації.

3 Програма навчальної дисципліни «Чисельні методи»

Змістовий модуль 1 Методи лінійної та нелінійної алгебри. Методи наближення функцій

Тема 1. Абсолютна та відносна похибки наближеного значення числа

Точні і наближені числа. Джерела похибок. Класифікація похибок. Відносні та абсолютні похибки. Десятковий запис наближених чисел. Значуща цифра числа. Вірна значуща цифра. Округлення чисел. Дії з наближеними числами.

Література: 1-10

Тема 2. Методи розв'язання систем лінійних рівнянь

Основні поняття: система рівнянь, лінійне рівняння. Прямі методи розв'язання систем лінійних рівнянь. Метод Гаусса. Алгоритм методу, умови застосування. Розв'язання систем лінійних рівнянь великої розмірності. Метод визначальних величин, простої ітерації, метод Якобі, Гауса-Зейделя. Обчислення власних значень і власних векторів матриці. Метод характеристичного рівняння матриці. QR-алгоритм.

Література: 1-10.

Тема 3. Обчислення власних значень і власних векторів матриці

Знаходження власних значень матриці. Знаходження власних векторів матриці. Методи одержання характеристичного полінома. Ітераційні методи відшукування власних значень та власних векторів.

Література: 1-10.

Тема 4. Чисельні методи розв'язання нелінійних рівнянь

Метод Штурма відділення коренів. Метод дихотомії. Метод простої ітерації. Метод Ньютона. Метод січних. Методи розв'язання систем нелінійних рівнянь.

Література: 1-10.

Тема 5. Інтерполяції функцій. Апроксимація функцій. Екстраполяція та наближення функцій

Інтерполяційний поліном Лагранжа. Інтерполяційні формули Ньютона вперед та назад. Вибір вузлів інтерполяції. Інтерполяційні формули Гауса, Стірлінга та Бесселя. Оцінка абсолютної похибки інтерполяційних формул. Збіжність процесу інтерполяції. Інтерполяційні сплайни. Метод найменших квадратів.

Література: 1-10.

Змістовий модуль 2 Методи розв'язання диференціальних та інтегральних рівнянь

Тема 6. Числові методи розв'язання звичайних диференціальних рівнянь

Основні поняття о диференціальних рівняннях. Обчислення диференційного рівняння методом Ейлера. Обчислення диференційного рівняння методом Рунге-Кута. Формули наближеного диференціювання, засновані на інтерполяційних формулах Ньютона. Формула наближеного диференціювання, заснована на інтерполяційній формулі Лагранжа. Розв'язання задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь.

Література: 1-10.

Тема 7. Наближені методи розв'язання звичайних диференціальних рівнянь в частинних похідних

Метод прогонки розв'язання граничних задач для рівнянь в часткових похідних.

Література: 1-10.

Тема 8. Числові методи розв'язання звичайних інтегральних рівнянь

Чисельне інтегрування функцій за допомогою формул прямокутників та трапецій. Чисельне інтегрування функцій за допомогою формули Сімпсона.

Література: 1-10.

Тема 9. Крайові задачі для звичайних диференціальних рівнянь

Постановка задачі. Розв'язання лінійної крайової задачі комбінуванням двох задач Коші. Метод прицілювання, скінчених різниць. Метод найменших квадратів, скінчених елементів.

Література: 1-10.

Тема 10. Дослідження алгоритмів чисельного розв'язання задач безумовної оптимізації

Метод дихотомії. Метод половинного поділу. Метод «золотого січення». Метод Фібоначчі.

Література: 1-10.

4 Структура залікового кредиту дисципліни «Чисельні методи»

<i>Денна форма навчання</i>	<i>Кількість годин</i>					
	Лекції	Лабораторна робота	СРС	ІРС	Тренінг КПЗ	Контрольні заходи
Змістовий модуль 1 Методи лінійної та нелінійної алгебри. Методи наближення функцій						
Тема 1. Абсолютна та відносна похибки наближеного значення числа	2	2	6	2	4	Усне опитування/ тестування
Тема 2. Методи розв'язання систем лінійних рівнянь	4	4	10			Усне опитування/ тестування
Тема 3. Обчислення власних значень і власних векторів матриці	2	2	6			Усне опитування/ тестування
Тема 4. Чисельні методи розв'язання нелінійних рівнянь	4	4	8			Усне опитування/ тестування
Тема 5. Інтерполяції функцій. Апроксимація функцій. Екстраполяція та наближення функцій	4	4	8			Усне опитування/ тестування
Змістовий модуль 2 Методи розв'язання диференціальних та інтегральних рівнянь						
Тема 6. Числові методи розв'язання звичайних диференціальних рівнянь	4	4	10	2	4	Усне опитування/ тестування
Тема 7. Наближені методи розв'язання звичайних диференціальних рівнянь в частинних похідних	2	2	8			Усне опитування/ тестування
Тема 8. Числові методи розв'язання звичайних інтегральних рівнянь	2	2	6			Усне опитування/ тестування
Тема 9. Крайові задачі для звичайних диференціальних рівнянь	4	4	6			Усне опитування/ тестування
Тема 10. Дослідження алгоритмів чисельного розв'язання задач безумовної оптимізації	2	2	10			Усне опитування/ тестування
Разом	30	30	78	4	8	

<i>Заочна форма навчання</i>	<i>Кількість годин</i>		
	Лекції	Лабораторна робота	Самостійна робота
Тема 1. Абсолютна та відносна похибки наближеного значення числа	2	2	14
Тема 2. Методи розв'язання систем лінійних рівнянь			14
Тема 3. Обчислення власних значень і власних векторів матриці			12
Тема 4. Чисельні методи розв'язання нелінійних рівнянь			14
Тема 5. Інтерполяції функцій. Апроксимація функцій. Екстраполяція та наближення функцій			14
Тема 6. Числові методи розв'язання звичайних диференціальних рівнянь	2	2	14

Тема 7. Наближені методи розв'язання звичайних диференціальних рівнянь в частинних похідних			14
Тема 8. Числові методи розв'язання звичайних інтегральних рівнянь	2		14
Тема 9. Крайові задачі для звичайних диференціальних рівнянь			14
Тема 10. Дослідження алгоритмів чисельного розв'язання задач безумовної оптимізації			14
Разом	8	4	138

5 Тематика лабораторних робіт

Лабораторна робота №1.

Тема: Елементи теорії похибок (2 год.)

Мета: набуття навичок обчислення похибок.

Лабораторна робота №2.

Тема: Розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь (6 год.)

Мета: набуття навичок розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь

Лабораторна робота №3.

Тема: Власні значення та власні вектори матриць (2 год.)

Мета: набуття навичок визначення власних значень та власних векторів матриць.

Лабораторна робота №4.

Тема: Розв'язування нелінійних рівнянь з однією змінною та їх систем (6 год.)

Мета: набуття навичок розв'язування нелінійних рівнянь з однією змінною та їх систем.

Лабораторна робота №5.

Тема: Інтерполювання та апроксимація функцій (4 год.)

Мета: набуття навичок у методиці інтерполювання та апроксимування таблично заданих функцій.

Лабораторна робота №6.

Тема: Чисельне диференціювання та інтегрування функцій (10 год.)

Мета: набуття навичок чисельного диференціювання та інтегрування функцій, чисельного диференціювання функцій в частинних похідних, крайових задач.

6. Комплексне практичне індивідуальне завдання

Індивідуальне завдання (“Дослідження функцій з використанням обчислювальних методів у *Mathcad* та мовою програмування, вибраною індивідуально студентом”) з дисципліни «Чисельні методи» виконується самостійно кожним студентом.

Завдання:

1) Записати програму обчислення таблиці значень та побудови графіка функції $f(x)$ у C++ та у *Mathcad*:

$$f(x) = a_4x^4 + a_3x^3 + a_2x^2 + a_1x + a_0$$

Коефіцієнти a_i та інтервал табулювання $[x_{\min}, x_{\max}]$ взяти з таблиці 1, відповідно до номера варіанта індивідуального завдання. Крок табулювання – 0.2.

2) Визначити формулу наближеної функції $g(x)$ методом, згідно з індивідуальним завданням (стовпчик 8 у таблиці 1).

3) Обчислити значення наближеної функції $g(x)$ за обраною формулою в точках x_i та посередині між ними мовою C++ та у *Mathcad*.

4) Побудувати графіки заданої та наближеної функцій в одній площині. Для побудови графіка наближеної функції у *Mathcad* обрати крок $h=0.01$.

5) Обчислити усі координати точок екстремумів функції $f(x)$ у *Mathcad* та мовою C++ на заданому інтервалі методом, відповідно до індивідуального завдання (стовпчик 9 у таблиці 1).

Варіанти КПЗ з дисципліни «Чисельні методи»

№ з/п	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	Проміжок [x_{\min} , x_{\max}]	Метод наближення функції	Метод пошуку екстремуму
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0	2	-1	-7	5	[-1, 1]	лінійна інтерполяція	рівномірного пошуку
2	2	8	6	15	8	[-2, 2]	інтерполяція Лагранжа	бісекції
3	3	4	0	3	-5	[-2, 2]	інтерполяція алгебраїчним поліномом	“золотого перетину”
4	0	3	-2	10	-5	[-1.5, 3]	апроксимація поліномом 2-го степеня	“золотого перетину”
5	1	-2	-8	12	-3	[-1, 1.5]	апроксимація поліномом 3-го степеня	рівномірного пошуку
6	1	10	-7	21	-2	[-1, 1.5]	лінійна інтерполяція	бісекції
7	1	3	3	0	-5	[-1, 1.5]	інтерполяція Лагранжа	“золотого перетину”
8	1	3	-2	1	-5	[-1, 1.5]	інтерполяція алгебраїчним поліномом	“золотого перетину”
9	1	-3	8	0	-9	[-1.25, 1]	апроксимація поліномом 2-го степеня	рівномірного пошуку
10	1	2	-2	3	-3	[-1, 1.5]	апроксимація поліномом 3-го степеня	бісекції
11	0	1	0	-5	-3	[-2, 1]	лінійна інтерполяція	бісекції
12	1	2	-1	3	-4	[-1.2, 2]	інтерполяція Лагранжа	“золотого перетину”
13	0	3	0	-6	2	[-1, 2]	інтерполяція алгебраїчним поліномом	рівномірного пошуку
14	1	3	-4	5	-5	[-1, 1.5]	апроксимація поліномом 2-го степеня	бісекції
15	0	3	3	0	-15	[-1, 1.5]	апроксимація поліномом 3-го степеня	рівномірного пошуку
16	2	20	-11	19	-22	[-0.5, 1.5]	лінійна інтерполяція	бісекції
17	0	2	-1	-7	5	[-0.3, 1.5]	інтерполяція Лагранжа	золотого перетину
18	1	3	-4	-7	5	[-0.5, 1.5]	інтерполяція алгебраїчним поліномом	“золотого перетину”
19	1	2	-1	1	-1	[-1, 2]	апроксимація поліномом 2-го степеня	рівномірного пошуку
20	1	2	-3	-4	-5	[-1, 1]	апроксимація поліномом 3-го степеня	бісекції
21	0	1	-3	-4	1	[-1, 1]	лінійна інтерполяція	бісекції
22	1	1	6	-7	-4	[-1, 1]	інтерполяція Лагранжа	“золотого перетину”
23	0	1	-3	1	1	[-0.5, 1]	інтерполяція алгебраїчним поліномом	рівномірного пошуку
24	-2	2	-2	3	8	[-1.5, 1]	апроксимація поліномом 2-го степеня	бісекції
25	0	4	0	2	-3	[-1, 2]	апроксимація поліномом 3-го степеня	“золотого перетину”
26	0	4	-4	6	-6	[-0.5, 1.5]	лінійна інтерполяція	рівномірного пошуку

27	0	5	0	2	-11	$[-0.5, 1]$	інтерполяція Лагранжа	бісекції
28	1	4	-3	2	-5	$[-0.5, 1.3]$	інтерполяція алгебраїчним поліномом	бісекції
29	0	1	3	0	-1	$[-2, 2]$	апроксимація поліномом 2-го степеня	“золотої перетину”
30	1	2	-7	6	-4	$[-1, 1.5]$	апроксимація поліномом 3-го степеня	рівномірного пошуку

Індивідуальне завдання оцінюється за 100-бальною шкалою. Виконання індивідуального завдання є одним із обов'язкових складових модулів залікового кредиту з дисципліни «Чисельні методи».

7 Самостійна робота

- 1 Математична модель системи (процесу)
- 2 Базові типи математичних задач
- 3 Чисельні методи. Рекурсивність алгоритму чисельних методів
- 4 Критерії, за якими розрізняють чисельні методи.
- 5 Параметри, які характеризують чисельні методи
- 6 Похибки обчислень. Джерела їх виникнення
- 7 Абсолютна та відносна похибки. Похибки різних типів операцій
- 8 Частина процедур чисельних методів
- 9 Стійкість та коректність задачі
- 10 Методи розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь
- 11 Точні методи та методи послідовних наближень
- 12 Точні методи. Два етапи їх здійснення
- 13 Метод виключення Гауса. Модифікований метод Гауса
- 14 Формули Крамера
- 15 Чисельні методи розв'язування нелінійних (алгебраїчних та трансцендентних) рівнянь. Два етапи розв'язування.
- 16 Відокремлення коренів. Способи відокремлення
- 17 Уточнення коренів. Метод поділу відрізка навпіл
- 18 Метод хорд, дотичних, комбінований метод
- 19 Чисельне інтегрування
- 20 Формули прямокутників (лівих, правих, середніх).
- 21 Формули трапецій
- 22 Формула Сімпсона для обчислення визначеного інтегралу
- 23 Обчислення значень елементарних функцій (за схемою Горнера).
- 24 Вибір кроку інтегрування
- 25 Метод квадратури Гауса
- 26 Задача наближення
- 27 Вузли інтерполяції
- 28 Визначник Вандермонда
- 29 Чисельне диференціювання
- 30 Формула наближеного диференціювання
- 31 Інтерполяційний многочлен Лагранжа
- 32 Похибка інтерполяції. Похибка у вузлах інтерполяції
- 33 Типи формул диференціювання. Точність формули
- 34 Похибка інтегрування. Точність методів інтегрування
- 35 Інтерполяційний многочлен
- 36 Чисельний підхід в обчислюванні інтегралів
- 37 Залишкові члени формул чисельного інтегрування

8. Тренінг з дисципліни

Тематика: підготовка до розв'язування та захисту комплексного індивідуального завдання.

Порядок проведення:

1. Провести аналіз індивідуального завдання.
2. Пропрацювати метод наближення функції.
3. Пропрацювати метод оптимізації функції.
4. Програмна реалізація комплексного індивідуального завдання.

9 Методи оцінювання

В процесі вивчення дисципліни «Чисельні методи» використовуються наступні засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання:

- усне опитування;
- тестування;
- презентації результатів виконання завдань;
- завдання на лабораторному обладнанні;
- модульна робота;
- ректорська контрольна робота;
- оцінювання результатів КППЗ;
- тренінги;
- іспит.

10. Критерії, форми поточного та підсумкового контролю

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) з дисципліни «Чисельні методи» визначається як середньозважена величина, в залежності від питомої ваги кожної складової залікового кредиту:

Заліковий модуль 1	Заліковий модуль 2 (РКР)	Заліковий модуль 3 (КППЗ)	Заліковий модуль 4 (екзамен)	Разом
20%	20%	20%	40%	100%
Виконання лабораторних робіт (3 роботи по 20 балів – 60 балів) Написання модульної роботи – 40 балів	Виконання лабораторних робіт (3 роботи по 20 балів – 60 балів) Написання модульної роботи – 40 балів	Виконання завдань під час тренінгу (20 балів) Написання та захист КППЗ (80 балів)	Тестові завдання (10 питань по 5 балів – 50 балів) Завдання по теорії (2 завдання по 10 балів – 20 балів) Практичне завдання (30 балів)	100

Шкала оцінювання:

За шкалою ЗУНУ	За національною шкалою	За шкалою ECST
90-100	відмінно	A (відмінно)
85-89	добре	B (дуже добре)
75-84		C (добре)
65-74	задовільно	D (задовільно)
60-64		E (достатньо)
35-59	незадовільно	FX (незадовільно з можливістю повторного складання)
1-34		F (незадовільно з обов'язковим повторним курсом)

11. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

№	Найменування	Номер теми
1	Мультимедійний проектор	1-10
2	Проекційний екран	1-10
3	Комунікаційне програмне забезпечення (Internet Explorer, Google Chrome, Firefox)	1-10
4	Операційна система Windows, наявність доступу до мережі Internet	1-10
5	Персональні комп'ютери	1-10
6	Комунікаційне програмне забезпечення (Zoom) для проведення занять у режимі онлайн (за необхідності)	1-10
7	Комунікаційна навчальна платформа (Moodle) для організації дистанційного навчання (за необхідності)	1-10
8	Базове програмне забезпечення Microsoft Office	1-10
9	Спеціалізоване програмне забезпечення для моделювання та програмування: Microsoft Visio, MS Visual Studio. https://cpp.sh/ - онлайн-додаток для компіляції програм на мові програмування C++.	1-10

Рекомендовані джерела інформації

1. Fekadu Tadege, Tola Bekene, Nuriye Hakima. Numerical Methods for Engineering, LAP Lambert Academic Publishing, 2019 – 104 p.
2. K. Akbar Ansari, Bonni Dichone, An Introduction to Numerical Methods Using MATLAB, SDC Publications, 2019 - 368 стор.
3. K. Sambaiah, Numerical methods, White Falcon Publishing, 2020 - 888p.
4. В.А. Андруник, В.А. Висоцька, В.В. Пасічник, Л.Б. Чирун, Л.В. Чирун. Чисельні методи в комп'ютерних науках. Т. 1, Новий світ – 2000, 2021 – 470 с.
5. В.А. Андруник, В.А. Висоцька, В.В. Пасічник, Л.Б. Чирун, Л.В. Чирун. Чисельні методи в комп'ютерних науках. Т. 2, Новий світ – 2000, 2021 – 500 с.
6. 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.
7. 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.
8. В. В. Третиник. Методи обчислень: Частина 1. Чисельні методи алгебри: навч. посіб. [Електронний ресурс]/ В. В. Третиник, Н. Д. Любашенко. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019 – 138 с.
9. Костюшко І.А. Методи обчислень: підручник / І. А. Костюшко, Н. Д. Любашенко, В. В. Третиник. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2021. – 243 с.
10. Новотарський М.А. Алгоритми та методи обчислень: навч. посіб. для студ.; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 407 с.