

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра інформаційних систем та технологій

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Юрій Уткін

“30” серпня 2021 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
(вибіркова фахова навчальна дисципліна)

Чисельні методи

Освітньо-професійна програма Інформаційні управляючі системи

Спеціальність 126 Інформаційні системи та технології

Галузь знань 12 Інформаційні технології

Освітній ступінь бакалавр

Навчально-науковий інститут економіки, управління, права та інформаційних технологій


Полтава 2021/2022 н.р.

Робоча програма навчальної дисципліни «Чисельні методи» для здобувачів вищої освіти за освітньо-професійною програмою Інформаційні управляючі системи спеціальності 126 Інформаційні системи та технології.

Мова викладання – державна.

Розробник: Олена Одарущенко, доцент кафедри інформаційних систем та технологій, к.т.н., доцент

«30» серпня 2021 року

Розробник  (Олена ОДАРУЩЕНКО)

Схвалено на засіданні кафедри інформаційних систем та технологій протокол від 30.08.2021 р. № 1

Затверджено завідувачем кафедри

«30» серпня 2021 року

 (Юрій УТКІН)

Погоджено гарантом освітньої програми Інформаційні управляючі системи

«30» серпня 2021 року

 (Олена КОПШИНСЬКА)

Схвалено головою НМР спеціальності «Інформаційні системи та технології»

 (Олена КОПШИНСЬКА)

1. Опис навчальної дисципліни

Елементи характеристики	Денна форма навчання ОП	Заочна форма навчання ОП
Загальна кількість годин –	120	
Кількість кредитів –	4	
Місце в індивідуальному навчальному плані здобувача вищої освіти (<i>обов'язкова</i> чи <i>вибіркова</i>)	<i>вибіркова</i>	
Рік навчання (<i>126ICT_бд_2021, 126ICT_бз_2021</i>)	3	4
Семестр	5	7
Лекції (годин)	14	10
Лабораторні роботи (годин)	26	12
Самостійна робота (годин)	80	98
у т. ч. індивідуальні завдання (контрольна робота), годин	-	50
Форма семестрового контролю	залік	залік

2. Передумови для вивчення навчальної дисципліни

Відповідно до структурно-логічної схеми освітньої програми вивченню дисципліни передують наступні дисципліни: «Дискретна математика»; «Математичний аналіз»; «Теорія ймовірностей, ймовірнісні процеси».

3. Заплановані результати навчання

Мета навчальної дисципліни: формування уявлень, вмінь та навичок здобувачів з основ обчислювальної математики, як наукової так і прикладної дисципліни, достатніх для подальшого навчання та самонавчання у області обчислювальної техніки, а також у суміжних областях.

Основні завдання навчальної дисципліни: є оволодіння необхідними теоретичними знаннями курсу та основними напрямками їх застосування в системі дисциплін професійної підготовки, формування у здобувачів знань, умінь та навичок розвитку логічного і абстрактного мислення, необхідних для розв'язання теоретичних і практичних задач; оволодінні основними методами дослідження та розв'язання математичних задач.

Компетентності:

загальні:

- КЗ 1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- КЗ 3. Здатність до розуміння предметної області та професійної діяльності;
- КЗ 5. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;
- КЗ 11. Здатність спілкуватися державною фаховою мовою як усно, так і письмово.

фахові:

КС 11. Здатність до аналізу, синтезу і оптимізації інформаційних систем та технологій з використанням математичних моделей і методів;

КС 13. Здатність проводити обчислювальні експерименти, порівнювати результати експериментальних даних і отриманих рішень.

Програмні результати навчання:

ПР 1. Знати лінійну та векторну алгебру, диференціальне та інтегральне числення, теорію функцій багатьох змінних, теорію рядів, диференціальні рівняння для функцій 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.

ПР 2. Застосовувати знання фундаментальних і природничих наук, системного аналізу та технологій моделювання, стандартних алгоритмів та дискретного аналізу при розв'язанні задач проектування і використання інформаційних систем та технологій.

ПР 13. Виявляти здатність до генерації нових ідей і варіантів розв'язання задач, до комбінування та експериментування, до оригінальності, конструктивності, економічності та простих рішень.

Методи навчання:

- лекція, розповідь-пояснення, інструктаж; ілюстрування, демонстрування; конспектування, тезування, анотування;
- індуктивний, дедуктивний, аналітичний, порівняння, узагальнення, конкретизація, виокремлення основного, репродуктивний, частково-пошуковий або евристичний;
- робота під керівництвом викладача, самостійна робота без контролю викладача;
- роз'яснення мети вивчення предмета; висування вимог; заохочення; оперативний контроль, вказування на недоліки, зауваження.

4. Програма навчальної дисципліни

Тема 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.

Тема 2. Методи розв'язку 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). 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.

Тема 3. Методи чисельного розв'язку систем 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. 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.

Тема 4. Інтерполювання 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.

Тема 5. Наближення функції за табличними значеннями

Метод найменших квадратів. Інтерполяція лінійна та квадратична. Інтерполяційний поліном Лагранжа. Інтерполяційний поліном Ньютона. Сплайн інтерполяція. Поняття екстраполяції функцій.

Тема 6. 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.

Тема 7. Чисельні методи обчислення визначених інтегралів

Основні підходи до побудови формул числового інтегрування. Формули прямокутників. Квадратурна формула Ньютона-Котеса. Формула трапецій, точність. Формула Сімпсона, точність. Апріорна 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.

5. Структура (тематичний план) навчальної дисципліни

Назви тем	Кількість годин							
	денна форма (126ICT_бд_2021)				заочна форма (126ICT_бз_2021)			
	усього	у тому числі			усього	у тому числі		
		л	лаб.	с.р.		л	лаб.	с.р.
Тема 1. Елементи теорії похибок.	14	2	2	10	16	-	-	16
Тема 2 Методи розв'язку нелінійних рівнянь з одним невідомим.	21	2	6	13	18	2	-	16
Тема 3. Методи чисельного розв'язку систем рівнянь.	21	2	6	13	16	-	-	16
Тема 4. Інтерполювання функцій.	18	2	4	12	20	2	2	16
Тема 5. Наближення функції за табличними значеннями.	14	2	2	10	16	-	-	16
Тема 6. Чисельне диференціювання.	14	2	2	10	16	-	-	16
Тема 7. Чисельні методи обчислення визначених інтегралів.	18	2	4	12	18	2	2	14
В т.ч. індивідуальне завдання: контрольна робота	-	-	-	-	50	-	-	50
Усього годин	120	14	26	80	120	6	4	110

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма (126ICT_бд_2021)	заочна форма (126ICT_бз_2021)
1	Тема 1. Елементи теорії похибок.	2	-
	Практичне заняття 1. Абсолютні і відносні похибки. Правила наближених обчислень		
2	Тема 2. Методи розв'язку нелінійних рівнянь з одним невідомим.	2	-
	Практичне заняття 2. Метод бісекції. Метод Ньютона.		
	Практичне заняття 3. Комбінований метод хорд та дотичних. Метод простих ітерацій.	2	-
	Практичне заняття 4. Метод простих ітерацій, метод Зейделя.	2	-
3	Тема 3 Методи чисельного розв'язку систем рівнянь.	2	-
	Практичне заняття 5. Розв'язування систем нелінійних алгебраїчних рівнянь методом простих ітерацій.		
	Практичне заняття 6. Розв'язування систем нелінійних алгебраїчних рівнянь методом Зейделя.	2	-
	Практичне заняття 7. Розв'язання систем за допомогою оберненою матриці. Формули Крамера. Метод Гауса.	2	-
4	Тема 4. Інтерполювання функцій.	2	2
	Практичне заняття 8. Інтерполяційний многочлен Лагранжа.		
	Практичне заняття 9. Інтерполяційні формули Ньютона.	2	-
5	Тема 5. Наближення функції за табличними значеннями.	2	-
	Практичне заняття 10. Чисельні методи наближення функції за табличними значеннями		
6	Тема 6. Чисельне диференціювання.	2	-
	Практичне заняття 11. Числове диференціювання. Метод чисельного диференціювання функцій на основі інтерполяційного многочлена Ньютона.		
7	Тема 7. Чисельні методи обчислення визначених інтегралів.	2	2
	Практичне заняття 12. Квадратурні формули прямокутників та трапецій. Формула Сімпсона числового інтегрування.		
	Практичне заняття 13. Наближене розв'язання диференційних рівнянь методом Ейлера.	2	
	Разом	26	4

7. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма (126ICT_бд_2021)	заочна форма (126ICT_б_д_2021)
1	Тема 1. Елементи теорії похибок.	10	16
2	Тема 2 Методи розв'язку нелінійних рівнянь з одним невідомим.	13	16
3	Тема 3. Методи чисельного розв'язку систем рівнянь.	13	16
4	Тема 4. Інтерполювання функцій.	12	16
5	Тема 5. Наближення функції за табличними значеннями.	10	16
6	Тема 6. Чисельне диференціювання.	10	16
7	Тема 7. Чисельні методи обчислення визначених інтегралів.	12	14
	В т.ч. індивідуальне завдання: контрольна робота	-	50
	Разом	80	110

8. Індивідуальні завдання

Індивідуальна робота здобувача вищої освіти направлена на закріплення теоретичного матеріалу та практичних навичок у розрізі тем, передбачених робочою навчальною програмою з дисципліни «Чисельні методи».

Реалізація даного напрямку роботи передбачається шляхом виконання та оформлення контрольної роботи здобувачами заочної форми навчання.

Перевірка результатів індивідуальної роботи здобувачів викладачем відбувається під час екзаменаційної сесії.

9. Оцінювання результатів навчання

(денна, заочна)

Програмні результати навчання	Форми контролю
<p>ПР1. 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.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - опитування; - виконання вправ на практичних заняттях; - виконання завдань самостійної роботи; - розв'язування тестів; - контрольна робота*; - залік.
<p>ПР2. Застосовувати знання фундаментальних і природничих наук, системного аналізу та технологій моделювання, стандартних алгоритмів та дискретного аналізу при розв'язанні задач проектування і використання інформаційних систем</p>	<ul style="list-style-type: none"> - опитування; - виконання вправ на практичних заняттях; - виконання завдань самостійної роботи;

та технологій.	- розв'язування тестів; - контрольна робота*; - залік.
ПР13. Виявляти здатність до генерації нових ідей і варіантів розв'язання задач, до комбінування та експериментування, до оригінальності, конструктивності, економічності та простих рішень.	- опитування; - виконання вправ на практичних заняттях; - виконання завдань самостійної роботи; - розв'язування тестів; - контрольна робота*; - залік.

* Форма контролю передбачена тільки для заочної форми навчання

Забезпечення тематикою дисципліни успішного опанування програмних результатів навчання для здобувачів вищої освіти
(126ICT бд 2021, 126ICT бз 2021)

Теми занять	Програмні результати навчання (%)			Разом (%)
	ПРН1	ПРН2	ПРН13	
Тема 1. Елементи теорії похибок.	+	+	-	2
Тема 2 Методи розв'язку нелінійних рівнянь з одним невідомим.	+	+	-	2
Тема 3. Методи чисельного розв'язку систем рівнянь.	+	+	-	2
Тема 4. Інтерполювання функцій.	+	+	-	2
Тема 5. Наближення функції за табличними значеннями.	+	+	+	3
Тема 6. Чисельне диференціювання.	+	+	+	3
Тема 7. Чисельні методи обчислення визначених інтегралів.	+	+	+	3
Разом	7	7	3	17
максимальний відсоток у підсумковій оцінці з навчальної дисципліни, %	40	40	20	100
мінімальний відсоток у підсумковій оцінці з навчальної дисципліни, %	24	24	12	60

Критерієм успішного навчання є досягнення здобувачем вищої освіти мінімальних порогових рівнів оцінок за кожним запланованим результатом навчання.

Критерії успішного опанування програмних результатів навчання здобувачами денної / заочної форми навчання

Програмні результати навчання	Відсоток у підсумковій оцінці з навчальної дисципліни, %		Пороговий рівень оцінок, балів			
			максимальний		мінімальний	
	Денна ф.н.	Заочна ф.н.	Денна ф.н.	Заочна ф.н.	Денна ф.н.	Заочна ф.н.
ПР1	40	24	40	40	24	24
ПР2	40	24	40	40	24	24
ПР13	20	12	20	20	12	12
Разом	100	60	100	100	60	60

Одним із обов'язкових елементів освітнього процесу є систематичний поточний контроль оволодіння компетентностями та підсумкова оцінка рівня досягнення програмних результатів навчання.

10. Форми контролю результатів навчання

Програмні результати навчання	Форми контролю (денна форма навчання)									
	Опитування на		Виконання вправ на практичних заняттях		Виконання завдань самостійної роботи		Розв'язування тестів		Комплексне самостійне завдання	
	Мінімальна к-ть балів	Максимальна к-ть балів	Мінімальна к-ть балів	Максимальна к-ть балів	Мінімальна к-ть балів	Максимальна к-ть балів	Мінімальна к-ть балів	Максимальна к-ть балів	Мінімальна к-ть балів	Максимальна к-ть балів
ПРН 1	5	6	10	21	4	6	3	4	2	4
ПРН 2	4	6	10	21	5	6	2	4	3	4
ПРН 13	1	2	8	10	1	2	1	2	1	2
Разом, балів	10	14	28	52	10	14	6	10	6	10

Програмні результати навчання	Форми контролю (заочна форма навчання)									
	Опитування		Виконання вправ на практичних заняттях		Виконання завдань самостійної роботи		Розв'язування тестів		Контрольна робота	
	Мінімальна к-ть балів	Максимальна к-ть балів	Мінімальна к-ть балів	Максимальна к-ть балів	Мінімальна к-ть балів	Максимальна к-ть балів	Мінімальна к-ть балів	Максимальна к-ть балів	Мінімальна к-ть балів	Максимальна к-ть балів
ПРН 1	2	4	5	8	5	8	2	4	10	16
ПРН 2	3	4	5	8	5	8	3	4	10	16
ПРН 13	-	1	2	4	2	5	1	2	5	8
Разом, балів	5	9	12	20	12	21	6	10	25	40

Формами поточного контролю знань здобувачів вищої освіти є:

- опитування;
- виконання вправ на практичних заняттях;
- виконання завдань самостійної роботи;
- розв'язування тестів;
- контрольна робота.

Форма семестрового контролю знань здобувачів вищої освіти згідно з робочим та навчальним планом є: залік.

11. Схема нарахування балів з навчальної дисципліни

Денна форма навчання

Назва теми	Форми контролю результатів навчання ЗВО					Разом
	Опитування	Виконання вправ на практичних заняттях	Виконання завдань самостійної роботи	Розв'язування тестів	Комплексне самостійне завдання	
Тема 1. Елементи теорії похибок.	2	4	2			8
Тема 2 Методи розв'язку нелінійних рівнянь з одним невідомим.	2	12	2			16
Тема 3. Методи чисельного розв'язку систем рівнянь.	2	12	2	5		21
Тема 4. Інтерполювання функцій.	2	8	2			12
Тема 5. Наближення функції за табличними значеннями.	2	4	2			8
Тема 6. Чисельне диференціювання.	2	4	2	5		13
Тема 7. Чисельні методи обчислення визначених інтегралів.	2	8	2		10	22
Разом балів за темами	14	52	14	10	10	100

Заочна форма навчання

Назва теми	Форми контролю результатів навчання ЗВО					Разом
	Опитування	Виконання вправ на практичних заняттях	Виконання завдань самостійної роботи	Розв'язування тестів	Контрольна робота	
Тема 1. Елементи теорії похибок.			3			3
Тема 2 Методи розв'язку нелінійних рівнянь з одним невідомим.	3		3			6
Тема 3. Методи чисельного розв'язку систем рівнянь.			3	5		8
Тема 4. Інтерполювання функцій.	3	10	3			16
Тема 5. Наближення функції за табличними значеннями.			3			3
Тема 6. Чисельне диференціювання.			3	5		8
Тема 7. Чисельні методи обчислення визначених інтегралів.	3	10	3			16
Разом балів за темами	9	20	21	10	40	100

Шкала та критерії оцінювання знань здобувачів вищої освіти для окремих видів навчальної роботи

Критерії оцінювання окремих видів навчальної роботи здобувачів вищої освіти денної форми навчання

Вид роботи, кількість балів	Критерії оцінювання кожного виду роботи в межах зазначеної кількості балів
Опитування на лекціях (0-2 бали)	0 балів – здобувач не був присутній на лекції та не опрацював матеріал самостійно; 1 бал – здобувач є присутнім на лекції, але не зосереджений та конспект лекції не повний; 2 бали – здобувач активно працював на лекції, конспект повний.
Виконання вправ на практичних заняттях (0-4 бали)	0 балів – здобувач не опрацював практичне заняття самостійно; 1 бал – здобувач на практичному занятті, виконав одну вправу; 2 бали – у звіті з виконаної лабораторної роботи тему розкрито не повністю, допущені помилки у оформленні, здобувач вищої освіти не вірно трактує окремі положення, та не впевнено демонструє вміння аналізувати, що веде до прийняття хибних рішень; 3 бали – здобувач активно працював, демонструє знання та практичні навички з чисельних методів, виконав 50% вправ практичного заняття; 4 бали – здобувач демонструє знання з чисельних методів, активно працював та виконав 100% вправ практичного заняття.
Виконання завдань самостійної роботи (0-2 бали)	0 балів – здобувач не представив виконане завдання самостійної роботи; 1 бал – виконано 50% самостійної роботи за окремою темою; 2 бали - виконано 100% самостійної роботи за окремою темою. Додаткові бали можуть нараховуватись за окремі додаткові види робіт (написання тез доповіді, виступ на конференції в межах 5 балів)
Тестування за темами (0-12 балів)	0 балів – 0 вірних відповідей; 1 бал – від 1 до 5 вірних відповідей; 2 бали – від 6 – до 10 вірних відповідей; 3 бали – від 11- до 15 вірних відповідей; 4 бали – від 16 до 20 вірних відповідей; 5 балів – від 21 до 25 вірних відповідей.
Комплексне самостійне завдання (0-10 балів)	0 балів – завдання не представлено (не виконано); 1 бал – здобувач виконав 10% самостійного завдання; 2 бали – здобувач виконав 20% самостійного завдання; 3 бали - – здобувач виконав 30% самостійного завдання; 4 бали - здобувач виконав 40% самостійного завдання; 5 балів - здобувач виконав 50% самостійного завдання; 6 балів - здобувач виконав 60% самостійного завдання, досягнуто мінімальний рівень програмного результату навчання; 7 балів – здобувач виконав 70% самостійного завдання, в основному досягнуто запланований результат навчання; 8 балів – здобувач виконав 80% самостійного завдання, досягнуто запланований результат навчання;

	9 балів - здобувач виконав 40% самостійного завдання, в основному досягнуто запланований результат навчання; 10 балів- здобувач виконав 100% самостійного завдання, досягнуто запланований результат навчання.
--	---

* Додаткові бали можуть нараховуватись за окремі додаткові види робіт (написання тез доповіді, виступ на студентській конференції в межах 5 балів)

**Критерії оцінювання окремих видів навчальної роботи здобувачів
вищої освіти заочної форми навчання**

Вид роботи, кількість балів	Критерії оцінювання кожного виду роботи в межах зазначеної кількості балів
Опитування на лекціях (0-3 бали)	0 балів – здобувач не був присутній на лекції та не опрацював матеріал самостійно; 1 бал – здобувач є присутнім на лекції, але не зосереджений та конспект лекції не повний; 2 бали – здобувач не достатньо активно працював на лекції; 3 бали – здобувач активно працював на лекції, конспект повний;
Виконання вправ на практичних заняттях (0-10 балів)	0 балів – практичне завдання не представлено (не виконано); 1 бал – здобувач виконав 10% практичного завдання; 2 бали – здобувач виконав 20% практичного завдання; 3 бали - – здобувач виконав 30% практичного завдання; 4 бали - здобувач виконав 40% практичного завдання; 5 балів - здобувач виконав 50% практичного завдання; 6 балів - здобувач виконав 60% практичного завдання, досягнуто мінімальний рівень програмного результату навчання; 7 балів – здобувач виконав 70% практичного завдання, в основному досягнуто запланований результат навчання; 8 балів – здобувач виконав 80% практичного завдання, досягнуто запланований результат навчання; 9 балів - здобувач виконав 40% практичного завдання, в основному досягнуто запланований результат навчання; 10 балів- здобувач виконав 100% практичного завдання, досягнуто запланований результат навчання.
Виконання завдань самостійної роботи (0-3 бали)	0 балів – здобувач не представив виконане завдання самостійної роботи; 1 бал – виконано 50% самостійної роботи за окремою темою; 2 бали – виконано 70% самостійної роботи за окремою темою; 3 бали - виконано 100% самостійної роботи за окремою темою. Додаткові бали можуть нараховуватись за окремі додаткові види робіт (написання тез доповіді, виступ на здобувачській конференції в межах 5 балів) (самостійна робота за темою 5 включає два окремих індивідуальних завдання – дискретна випадкова величина та неперервна випадкова величина)
Тестування за темами (0-5 балів)	0 балів – 0 вірних відповідей; 1 бал - від 1 до 5 вірних відповідей; 2 бали – від 6 до 10 вірних відповідей;

	3 бали – від 11 до 15 вірних відповідей; 4 бали – від 16 до 20 вірних відповідей; 5 балів – від 21 до 24 вірних відповідей.
Виконання контрольної роботи (0-40 балів)	Контрольна робота містить 5 завдань. Кожне практичне завдання оцінюється в 6 балів: <ul style="list-style-type: none"> – оформлення звіту згідно вимог, наведено повне та вірне рішення окремого завдання – 10 балів; – оформлення звіту з недотриманням вимог, неповне рішення окремого завдання – 5 балів; – завдання не виконано – 0 балів.

* Додаткові бали можуть нараховуватись за окремі додаткові види робіт (написання тез доповіді, виступ на студентській конференції в межах 5 балів)

12. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна (за потреби)

Перелік інструментів, обладнання та програмного забезпечення необхідного для вивчення навчальної дисципліни забезпечує спеціалізована комп'ютерна лабораторія 208.

13. Рекомендовані джерела інформації

Основні

1. Мудров А.Е. Численные методы для ПЭВМ на языках Бейсик, Фортран и Паскаль. – Томск: МП «РАСКО», 1991. – 272 с.
2. Бахвалов Н.С. Численные методы / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. – 3. 5-е изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 636 с.
3. Б.П. Демидович, И.А. Марон. Основы вычислительной математики. М., 1966. - 664 с.
4. Фалейчик Б.В. Одношаговые методы численного решения задачи Коши: учеб. пособие. – Минск: БГУ, 2010. – 42с.

Допоміжні

1. 1. Вержбицкий В.М. Численные методы. Математический анализ и обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Высш. Шк., 2001.
2. Гутер Р.С., Овчинский Б.В. Элементы численного анализа и математической обработки результатов опыта М., Высшая школа 1979, 2-ое изд.
3. Конченова Н.В., Марон И.А. Вычислительная математика в примерах и задачах. М., Наука, 1972г.

Інформаційні ресурси

1. Шаповаленко В. А. Чисельне обчислення функцій, характеристик матриць і розв'язування нелінійних рівнянь та систем рівнянь: Навч. посібник / Шаповаленко В.А., Буката Л.М., Трофименко О.Г. – Одеса: ВЦ ОНАЗ, 2010. – Ч.1. – 88 с. Режим доступу: <https://metod.onat.edu.ua/>.
2. Шаповаленко В. А. Чисельні методи моделювання об'єктів: метод. вказівки для лаб. та практ. занять. Модуль 2. / Шаповаленко В. А., Буката Л.М., Трофименко О. Г. – Одеса: ВЦ ОНАЗ, 2011. – Ч. 2. – 72 с. Режим доступу: <https://metod.onat.edu.ua/>.