

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА ФУНДАМЕНТАЛЬНОЇ МАТЕМАТИКИ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан математичного факультету

  
(підпис) С.І. Гоменюк  
(ініціали та прізвище)

«    » \_\_\_\_\_ 2021

**ЗАСТОСУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО АПАРАТУ В  
ПРИКЛАДНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ**

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

підготовки магістра

очної (денної) та заочної (дистанційної) форм здобуття освіти

спеціальності 111 – «Математика»,

освітньо-професійна програма «Математика»

Укладач Д'яченко Н.М., к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедри фундаментальної математики.

Обговорено та ухвалено  
на засіданні кафедри  
фундаментальної математики

Протокол № 1 від 31.08.2021 р.

Завідувач кафедри

(підпис)



С.М. Гребенюк  
(ініціали, прізвище)

Ухвалено науково-методичною радою  
математичного факультету

Протокол № 01 від 02.09 2021 р.

Голова науково-методичної ради  
математичного факультету

(підпис)



О.С. Пшенична  
(ініціали, прізвище)

Погоджено  
з навчально-методичним відділом

(підпис)



О.В. Лемченко

(ініціали, прізвище)

2021 рік

## 1. Опис навчальної дисципліни

1	2	3	
Галузь знань, спеціальність, освітня програма рівень вищої освіти	Нормативні показники для планування і розподілу дисципліни на змістові модулі	Характеристика навчальної дисципліни	
		очна (денна) форма здобуття освіти	заочна (дистанційна) форма здобуття освіти
<b>Галузь знань</b> 11 – «Математика і статистика»	Кількість кредитів – 5	<b>Вибіркова</b>	
		Цикл вільного вибору в межах спеціальності	
<b>Спеціальність:</b> 111 – «Математика»	Загальна кількість годин – 150	<b>Семестр:</b>	
		3 -й	3 -й
Освітньо-професійна програма «Математика»	Змістових модулів – 8	<b>Лекції</b>	
		22 год.	8 год.
		<b>Практичні</b>	
		22 год.	8 год.
Рівень вищої освіти: <b>магістерський</b>	Кількість поточних контрольних заходів – 19	<b>Самостійна робота</b>	
		106 год.	134 год.
		<b>Вид підсумкового семестрового контролю:</b> залік	

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Метою** вивчення навчальної дисципліни «Застосування математичного апарату в прикладних дослідженнях» є засвоєння студентом систематичних знань з методу найменших квадратів та методів зведення крайових задач до задач Коші; вироблення навичок застосування зазначених методів при розв’язанні прикладних задач.

Основними **завданнями** вивчення дисципліни «Застосування математичного апарату в прикладних дослідженнях» є:

- оволодіння студентами базовими теоретичними знаннями щодо методу найменших квадратів та методу зведення крайових задач до задач Коші;
- набуття вмінь та навичок щодо застосування методу найменших квадратів для апроксимації чисельних даних;
- набуття вмінь та навичок щодо застосування методу найменших квадратів до наближеного розв’язання звичайних диференціальних рівнянь та інтегральних рівнянь;
- оволодіння знаннями з неітераційних та ітераційних методів зведення крайових задач до задач Коші та вмінь і навичок щодо їх застосування;
- вироблення вмінь використання спеціалізованого програмного забезпечення для розв’язання зазначених задач;
- застосовувати набуті навички до розв’язання прикладних задач.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен набути таких результатів навчання (знання, уміння тощо) та компетентностей:

Заплановані робочою програмою результати навчання та компетентності	Методи і контрольні заходи
1	2
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК-4).</li> <li>- Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК-2);</li> <li>- Демонструвати здатність до самонавчання, уміти організувати власну діяльність (РН-13).</li> </ul>	<p><b>Методи:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- інтегральні методи;</li> <li>- проблемне викладання, пошукове, дослідницьке;</li> <li>- самостійна робота студентів;</li> <li>- контроль, самоконтроль і корекція, самокорекція при виконанні робіт поточного, підсумкового контролю, індивідуальних завдань.</li> </ul> <p><b>Контрольні заходи:</b> Виконання практичних завдань індивідуального завдання.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК-1);</li> <li>- Здатність до пошуку, обробки та аналізу інформації з різних джерел (ЗК-5);</li> </ul>	<p><b>Методи:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- практичні методи: досліди, вправи, навчальна праця;</li> <li>- аналіз та синтез;</li> <li>- індуктивні та дедуктивні методи;</li> <li>- репродуктивні та точні методи;</li> <li>- проблемно-пошуковий, евристичний метод спрямований на залучення студентів до самостійного розв'язання пізнавальних завдань з використанням різних джерел інформації.</li> </ul> <p><b>Контрольні заходи:</b> Виконання та оформлення звітів до практичних завдань (ПЗ) індивідуальних завдань (ІПЗ), теоретичне тестування за змістовими модулями.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Здатність генерувати нові ідеї (креативність) (ЗК-6);</li> <li>- Здатність розв'язувати проблеми різної складності та формулювати нові проблеми математичною мовою (СК-1).</li> <li>- Розв'язувати задачі придатними математичними методами, перевіряти умови виконання математичних тверджень, коректно переносити умови та твердження на нові класи об'єктів, знаходити й аналізувати відповідності між поставленою задачею й відомими моделями (РН-5).</li> <li>- Вміти застосовувати наявні знання математичних теорій для постановки нових задач, висунення гіпотез, формулювання і доведення нових математичних результатів і їх аналізу (РН-11).</li> </ul>	<p><b>Методи:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- дослідницький метод спрямований на залучення студентів до самостійного розв'язання задач;</li> <li>- метод проблемного викладу навчального матеріалу і створення проблемних ситуацій;</li> <li>- стимулювання до генерації оригінальних ідей при розв'язанні теоретичних і практичних задач.</li> </ul> <p><b>Контрольні заходи:</b> усний захист виконаних робіт (ПЗ та ІПЗ), тестування поточного та підсумкового контролю.</p>

1	2
<p>- Знання та розуміння фундаментальних методів математичного, комплексного та функціонального аналізу, геометрії, алгебри, диференціальних рівнянь тощо та здатність використовувати їх у теоретичних дослідженнях та при розв'язанні конкретних прикладних задач (СК-3):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- застосовувати метод найменших квадратів для апроксимації функцій, розв'язання крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь та розв'язання інтегральних рівнянь;</li> <li>- застосовувати ітераційні та н ітераційні методи зведення крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь до задач Коші.</li> <li>- Здатність вибирати адекватний математичний апарат, використовувати відомі теоретичні поняття та факти для розв'язання конкретних дослідницьких задач та оцінювати обґрунтованість й ефективності використовуваних математичних підходів (СК-6).</li> <li>- Поглибити компетентність щодо здатності використовувати чисельні методи для розв'язання математичних задач, що виникають в межах математичної моделі (СК-7).</li> <li>- Здатність користуватися існуючими програмними засобами для проведення обчислень, пошуку інформації, оформлення результатів роботи тощо (СК-8).</li> </ul>	<p><b>Методи:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- пояснювально-ілюстративний метод;</li> <li>- репродуктивний метод;</li> <li>- активні методи навчання: послідовна й цілеспрямована постановка перед студентами завдань, розв'язуючи які вони активно засвоюють нові знання і отримують вміння і навички.</li> </ul> <p><b>Контрольні заходи:</b> підсумковий контроль (залік).</p>

**Всі, зазначені вище методи навчання і контрольні заходи, спрямовані на набуття інтегральної компетентності:** здатність розв'язувати складні задачі та практичні проблеми у математиці або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів математики, статистики й комп'ютерних технологій і характеризується комплексністю та невизначеністю умов (ІК).

**Міждисциплінарні зв'язки.** Курс «Застосування математичного апарату в прикладних дослідженнях» є логічним продовженням курсу «Застосування сучасних мов програмування до розв'язування математичних задач», застосовує досвід, отриманий здобувачами вищої освіти під час проходження виробничої практики; курс ґрунтується на окремих розділах математичного аналізу, диференціальних рівнянь, чисельних методів, що вивчаються на першому (бакалаврському) рівні освіти в циклі професійної підготовки спеціальності. Набуті при вивченні даного курсу знання необхідні для виконання кваліфікаційних робіт магістрів та подальшої дослідницької діяльності в математичних науках та інших галузях науки та техніки.

### 3. Програма навчальної дисципліни

**Змістовий модуль 1.** *Апроксимація функцій однієї змінної методом найменших квадратів. Вибір емпіричної функції.*

Апроксимація та інтерполяція чисельних даних. Точкове квадратичне апроксимування функцій однієї змінної многочленами, лінійною комбінацією лінійно незалежних функцій. Теоретичні засади вибору вигляду емпіричної формули з двома параметрами. Застосування засобів MS Excel для вибору емпіричних функцій однієї змінної.

**Змістовий модуль 2.** *Апроксимування емпіричних даних функцією двох змінних. Побудова виробничої функції Кобба-Дугласа.*

Апроксимування емпіричних даних функціями двох змінних методом найменших квадратів. Виробнича функція Кобба-Дугласа. Побудова виробничої функції методом найменших квадратів. Апроксимування емпіричних даних функцією двох змінних засобами табличного редактора (зокрема, MS Excel) і за допомогою системи комп'ютерної алгебри (зокрема, MAPLE).

**Змістовий модуль 3.** *Інтегральний метод найменших квадратів розв'язання крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь.*

Повна система функцій та її лінійно незалежна підсистема. Принципи вибору функцій цієї системи. Розв'язання крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь інтегральним методом найменших квадратів (МНК). Реалізація алгоритму інтегрального методу найменших квадратів за допомогою системи комп'ютерної алгебри (зокрема, MAPLE). Збіжність послідовності наближених розв'язків до точного. Недоліки і переваги інтегрального МНК.

**Змістовий модуль 4.** *Точковий метод найменших квадратів розв'язання крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь.*

Розв'язання крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь точковим методом найменших квадратів (МНК). Реалізація алгоритму точкового методу найменших квадратів за допомогою системи комп'ютерної алгебри (зокрема, MAPLE). Збіжність послідовності наближених розв'язків до точного. Недоліки і переваги точкового МНК.

**Змістовий модуль 5.** *Ітераційні та неітераційні методи наближеного розв'язання інтегральних рівнянь. Розв'язання інтегрального рівняння Фредгольма другого роду методом найменших квадратів.*

Класифікація інтегральних рівнянь. Умови існування єдиного розв'язку інтегрального рівняння Фредгольма другого роду. Ітераційний метод послідовних наближень його розв'язання. Збіжність послідовності наближених розв'язків до точного. Оцінка точності.

Неітераційний метод найменших квадратів розв'язання інтегрального рівняння Фредгольма другого роду. Принципи вибору координатних функцій.

За допомогою системи комп'ютерної алгебри (зокрема, MAPLE) реалізація алгоритму методу послідовних наближень і методу найменших квадратів розв'язання інтегральних рівнянь Фредгольма другого роду.

**Змістовий модуль 6.** *Розв'язання інтегрального рівняння Фредгольма другого роду методом колокацій, методом моментів.*

Особливості неітераційних методу колокацій і методу моментів. Вибір координатних функцій. Різні способи реалізації запису систем лінійних алгебраїчних рівнянь відносно невідомих коефіцієнтів лінійної комбінації лінійно незалежних функцій.

За допомогою системи комп'ютерної алгебри (зокрема, MAPLE) реалізація алгоритму методу колокацій і методу моментів розв'язання інтегральних рівнянь Фредгольма другого роду. Зауваження щодо збіжності послідовності наближених розв'язків до точного.

**Змістовий модуль 7. Неітераційні методи зведення крайових задач до задач Коші**

Метод суперпозиції (або метод часткових розв'язків, або метод додаткових функцій) зведення крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь другого порядку до задач Коші. Метод суперпозиція для диференціальних рівнянь третього порядку. Метод суперпозиції триточкової задачі для диференціального рівняння третього порядку і застосування його до розрахунку тришарової балки.

**Змістовий модуль 8. Ітераційні методи зведення крайових задач до задач Коші**

Метод стрільби зведення крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь другого порядку до задач Коші: основні ідеї та алгоритм розв'язання. Реалізація алгоритму в MAPLE Метод паралельної стрільби для задач, розв'язок яких суттєво залежить від початкового наближення. Метод Ньютона і метод квазілінеаризації для нелінійних диференціальних рівнянь. Застосування зазначених методів у прикладних задачах.

#### 4. Структура навчальної дисципліни

Змістовий модуль	Усього годин	Аудиторні (контактні) години						Самостійна робота, год		Система накопичення балів		
		Усього годин		Лекційні заняття, год		Практичні заняття, год		о/д ф.	з/дист ф.	Теор. зав-ня, к-ть балів	Практ. зав-ня, к-ть балів	Усього балів
				о/д ф.	з/дист ф.	о/д ф.	з/дист ф.					
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>		<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
		о/д ф.	з/дист ф.									
1	15	8	2	4	1	4	1	7	13	2,5	5	7,5
2	15	4	2	2	1	2	1	11	13	2,5	5	7,5
3	15	8	2	4	1	4	1	7	13	2,5	5	7,5
4	15	4	2	2	1	2	1	11	13	2,5	5	7,5
5	15	8	2	4	1	4	1	7	13	2,5	5	7,5
6	15	4	2	2	1	2	1	11	13	2,5	5	7,5
7	15	4	2	2	1	2	1	11	13	2,5	5	7,5
8	15	4	2	2	1	2	1	11	13	2,5	5	7,5
Усього за змістові модулі	120	44	16	22	8	22	8	76	104	20	40	60
Підсумковий семестровий контроль залік	30							30	30	20	20	40
Загалом		<b>150</b>								<b>100</b>		

### 5. Теми лекційних занять

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин	
		о/д ф.	з/дист ф.
1	Апроксимація та інтерполяція чисельних даних. Точкове квадратичне апроксимування функцій однієї змінної.	2	1
1	Теоретичні засади вибору вигляду емпіричної формули з двома параметрами.	2	0
2	Апроксимування емпіричних даних функцією двох змінних методом найменших квадратів. Побудова виробничої функції Кобба-Дугласа.	2	1
3	Повна система функцій та вибір її лінійно незалежної підсистеми. Принципи вибору функцій цієї системи.	2	0,5
3	Інтегральний метод найменших квадратів розв'язання крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь	2	0,5
4	Точковий метод найменших квадратів розв'язання крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь	2	1
5	Класифікація інтегральних рівнянь. Умови існування єдиного розв'язку інтегрального рівняння Фредгольма другого роду. Ітераційний метод послідовних наближень його розв'язання	3	0,5
5	Розв'язання інтегрального рівняння Фредгольма другого роду методом найменших квадратів.	1	0,5
6	Розв'язання інтегрального рівняння Фредгольма другого роду методом колокацій і методом моментів.	2	1
7	Метод суперпозиції зведення крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь другого порядку до задач Коші.	1	1
7	Метод суперпозиція для диференціальних рівнянь третього порядку та його застосування.	2	0
8	Метод стрільби для лінійних диференціальних рівнянь та їх застосування у прикладних задачах..	1	1
	<b>Всього</b>	<b>22</b>	<b>8</b>

### 6. Теми практичних занять

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин	
		о/д ф.	з/дист ф.
1	Точкове квадратичне апроксимування функцій однієї змінної засобами табличного редактора (зокрема, MS Excel) і за допомогою системи комп'ютерної алгебри (зокрема, MAPLE). Вибір емпіричної функції засобами MS Excel.	4	1
2	Апроксимування емпіричних даних функцією двох змінних засобами табличного редактора (зокрема, MS	2	1

	Excel) і за допомогою системи комп'ютерної алгебри (зокрема, MAPLE).		
3	Інтегральний метод найменших квадратів розв'язання крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь	4	1
4	Точковий метод найменших квадратів розв'язання крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь	2	1
5	Розв'язання інтегрального рівняння Фредгольма другого роду методом найменших квадратів.	4	1
6	Розв'язання інтегрального рівняння Фредгольма другого роду методом колокацій, методом моментів.	2	1
7	Метод суперпозиції зведення крайових задач до задач Коші	2	1
8	Метод стрільби для лінійних диференціальних рівнянь.	2	1
	<b>Всього</b>	<b>22</b>	<b>8</b>

### 7. Самостійна робота

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин	
		о/д ф.	з/дист ф.
1	Апроксимація та інтерполяція чисельних даних.	3	6
1	Теоретичні засади вибору вигляду емпіричної формули з двома або з трьома параметрами.	4	7
2	Побудова виробничої функції Кобба-Дугласа методом найменших квадратів.	11	13
3	Застосування інтегрального методу найменших квадратів розв'язання диференціальних рівнянь в прикладних задачах	7	13
4	Застосування точкового методу найменших квадратів розв'язання диференціальних рівнянь в прикладних задачах	11	13
5	Класифікація інтегральних рівнянь. Основні методи їх розв'язання. Умови існування єдиного розв'язку інтегральних рівнянь другого роду.	7	13
6	Ітераційні та неітераційні методи розв'язання інтегральних рівнянь	8	10
7	Метод паралельної стрільби для задач, розв'язок яких суттєво залежить від початкового наближення. Метод Ньютона і метод квазілінеаризації для нелінійних диференціальних рівнянь.	8	9
8	Застосування ітераційних методів зведення крайових задач до задач Коші в прикладних задачах	8	10
9	Застосування неітераційних методів зведення крайових задач до задач Коші в прикладних задачах	9	10
	<b>Всього</b>	<b>76</b>	<b>104</b>



## 8. Види і зміст поточних контрольних заходів

№ змістового модуля	Вид поточного контрольного заходу	Зміст поточного контрольного заходу	Критерії оцінювання	Усього балів
1	2	3	4	5
1	Теоретичні опитування при захисті практичних завдань «Теорія ПЗ 1»	Питання для підготовки: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Апроксимація та інтерполяція чисельних даних.</li> <li>- Точкове квадратичне апроксимування функцій однієї змінної многочленами, лінійною комбінацією лінійно незалежних функцій.</li> <li>- Теоретичні засади вибору вигляду емпіричної формули з двома параметрами.</li> </ul>	Теоретичні опитування при захисті практичних завдань проводиться в усній формі і оцінюється в 2,5 бали **	2,5
	Звіт ПЗ 1	Завдання: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Застосування засобів MS Excel для вибору емпіричних функцій однієї змінної.</li> <li>- Ралізація алгоритму засобами табличного редактора (зокрема, MS Excel) та за допомогою системи комп'ютерної алгебри (зокрема, MAPLE).</li> </ul> Вимоги до виконання та оформлення *	Максимальна оцінка за звітність з практичних завдань становить 5 балів. ***	5
<b>Усього за ЗМ 1 контр. заходів</b>	<b>2</b>			<b>7,5</b>
2	- Тест 1 - Теоретичні опитування при захисті практичних завдань «Теорія ПЗ 2»	Питання для підготовки: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Апроксимування емпіричних даних функцією двох змінних: основні ідеї, способи отримання розв'язку, вигляд СЛАР відносно невідомих коефіцієнтів і методи її розв'язання.</li> </ul>	3 тестових питань з загальним балом 2 ****  Теоретичні опитування при захисті практичних завдань проводиться в усній формі і оцінюється в 0,5 бали **	2,5
	Звіт ПЗ 2	Завдання: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ралізація алгоритму засобами табличного редактора (зокрема, MS Excel) та за допомогою системи комп'ютерної алгебри (зокрема, MAPLE).</li> </ul> Вимоги до виконання та оформлення *	Максимальна оцінка за звітність з практичних завдань становить 5 балів. ***	5
<b>Усього за ЗМ 2 контр. заходів</b>	<b>3</b>			<b>7,5</b>

1	2	3	4	5
3	Теоретичні опитування при захисті практичних завдань «Теорія ПЗ 3»	Питання для підготовки: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Повна система функцій та її лінійно незалежна підсистема. Принципи вибору функцій цієї системи.</li> <li>- Розв'язання крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь інтегральним методом найменших квадратів (МНК): основні ідеї, способи отримання розв'язку, вигляд СЛАР відносно невідомих коефіцієнтів.</li> <li>- Недоліки і переваги інтегрального МНК.</li> </ul>	Теоретичні опитування при захисті практичних завдань проводиться в усній формі і оцінюється в 2,5 бали **	2,5
	Звіт ПЗ 3	Завдання: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Реалізація алгоритму інтегрального методу найменших квадратів за допомогою системи комп'ютерної алгебри (зокрема, MAPLE).</li> <li>- Збіжність послідовності наближених розв'язків до точного.</li> </ul> Вимоги до виконання та оформлення *	Максимальна оцінка за звітність з практичних завдань становить 5 балів. ***	5
<b>Усього за ЗМ 3 контр. заходів</b>	<b>2</b>			<b>7,5</b>
4	- Тест 2. - Теоретичні опитування при захисті практичних завдань «Теорія ПЗ 4»	Питання для підготовки: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Розв'язання крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь точковим методом найменших квадратів (МНК): основні ідеї, способи отримання розв'язку, вигляд СЛАР відносно невідомих коефіцієнтів.</li> <li>- Недоліки і переваги точкового МНК.</li> </ul>	3 тестових питань з загальним балом 2 ****  Теоретичні опитування при захисті практичних завдань проводиться в усній формі і оцінюється в 0,5 бали **	2,5
	Звіт ПЗ4	Завдання: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Реалізація алгоритму інтегрального методу найменших квадратів за допомогою системи комп'ютерної алгебри (зокрема, MAPLE).</li> <li>- Збіжність послідовності наближених розв'язків до точного.</li> </ul> Вимоги до виконання та оформлення *	Максимальна оцінка за звітність з практичних завдань становить 5 балів. ***	5
<b>Усього за ЗМ 4 контр. Заходів</b>	<b>3</b>			<b>7,5</b>
5	Теоретичні опитування при	Питання для підготовки: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Класифікація інтегральних рівнянь. Умови існування єдиного</li> </ul>	Теоретичні опитування при захисті практичних завдань	2,5

1	2	3	4	5
	захисті практичних завдань «Теорія ПЗ 5»	розв'язку інтегрального рівняння Фредгольма другого роду. - Неітераційний метод найменших квадратів розв'язання інтегрального рівняння Фредгольма другого роду: принципи вибору координатних функцій, основні ідеї методу, способи отримання розв'язку, вигляд СЛАР відносно невідомих коефіцієнтів.	проводиться в усній формі і оцінюється в 2,5 бали **	
	Звіт ПЗ 5	Завдання: - Реалізація в MAPLE алгоритму методу найменших квадратів розв'язання інтегральних рівнянь Фредгольма другого роду. Вимоги до виконання та оформлення *		5
<b>Усього за ЗМ 5 контр. заходів</b>	<b>2</b>			<b>7,5</b>
6	- Тест 3. - Теоретичні опитування при захисті практичних завдань «Теорія ПЗ 6»	Питання для підготовки: - Особливості неітераційних методу колокацій і методу моментів. Вибір координатних функцій. - Принципи вибору координатних функцій, - Різні способи реалізації запису систем лінійних алгебраїчних рівнянь відносно невідомих коефіцієнтів лінійної комбінації лінійно незалежних функцій.	3 тестових питань з загальним балом 2 ****  Теоретичні опитування при захисті практичних завдань проводиться в усній формі і оцінюється 2,5 бали **	<b>2,5</b>
	Звіт ПЗ 6	Завдання: - Реалізація в MAPLE алгоритму методу колокацій і методу моментів розв'язання інтегральних рівнянь Фредгольма другого роду. - Чисельний аналіз збіжності послідовності наближених розв'язків до точного. Вимоги до виконання та оформлення *	Максимальна оцінка за звітність з практичних завдань становить 5 балів. ***	<b>5</b>
<b>Усього за ЗМ 6 контр. Заходів</b>	<b>3</b>			<b>7,5</b>
7	Теоретичні опитування при захисті практичних завдань «Теорія ПЗ 7»	Питання для підготовки: - Метод суперпозиції зведення крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь другого порядку до задач Коші: основні ідеї та алгоритм розв'язання.	Теоретичні опитування при захисті практичних завдань проводиться в усній формі і оцінюється в 2,5 бали **	<b>2,5</b>

1	2	3	4	5
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Метод суперпозиція для диференціальних рівнянь третього порядку.</li> <li>- Метод суперпозиції триточкової задачі для диференціального рівняння третього порядку і застосування його до розрахунку тришарової балки.</li> </ul>		
	Звіт ПЗ 7	Завдання: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Реалізація в MAPLE алгоритму методу суперпозиції.</li> </ul> Вимоги до виконання та оформлення *	Максимальна оцінка за звітність з практичних завдань становить 5 балів. ***	5
<b>Усього за ЗМ 7 контр. заходів</b>	<b>2</b>			<b>7,5</b>
8	Теоретичні опитування при захисті практичних завдань «Теорія ПЗ 8»	Питання для підготовки: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Метод стрільби зведення крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь другого порядку до задач Коші: основні ідеї та алгоритм розв'язання.</li> <li>- Метод паралельної стрільби. Випадки застосування.</li> <li>- Реалізація алгоритму в MAPLE.</li> </ul>	Теоретичні опитування при захисті практичних завдань проводиться в усній формі і оцінюється в 2,5 бали **	2,5
	Звіт ПЗ 8	Завдання: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Реалізація в MAPLE алгоритму методу пристрілки.</li> </ul> Вимоги до виконання та оформлення *	Максимальна оцінка за звітність з практичних завдань становить 5 балів. ***	5
<b>Усього за ЗМ 8 контр. заходів</b>	<b>2</b>			<b>7,5</b>
<b>Усього за змістові модулі контр. заходів</b>	<b>19</b>			<b>60</b>

\* До кожного практичного завдання потрібно скласти **звіт про виконання практичного завдання**, який пояснює всі етапи виконання роботи. Звіт складається в електронному вигляді за вимогами, які висуваються до оформлення курсових і кваліфікаційних робіт для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра та магістра математичного факультету. і розміщуються на платформі Moodle. Якість оформлення звіту враховується при оцінюванні роботи. Реалізація алгоритму метода передбачає застосування засобів MS Excel та / або системи комп'ютерної алгебри MAPLE. Файл відповідної реалізації долучається до звіту.

**Захист практичних завдань** є обов'язковим і потребує пояснення всіх етапів розв'язання завдання. Максимальна кількість балів за звіт про виконання і захист практичного завдання становить 0,5 (змістові модулі 2, 4, 6) або 2,5 бали (інші змістові модулі).

\*\*\* Оцінювання звіту про виконання практичного завдання і усного теоретичного опитування при захисті цього завдання здійснюється за формулою

$$s = m \cdot \frac{v}{100}, \quad (1)$$

де  $s$  – підсумковий бал за вид контролю,  $m$  – максимальний бал за вид контролю,  $v$  - відсоток виконання.

Критерії визначення  $v$  (%):

- 90-100%: контрольний захід здійснено без помилок; це відповідає виявленню студентом всебічного системного і глибокого знання програмного матеріалу; засвоєнню ним основної і додаткової літератури; чіткому володінню понятійним апаратом, методами, методиками та інструментами, передбаченими програмою дисципліни; вмінню використовувати їх для вирішення як типових, так і нетипових практичних ситуацій; виявленню творчих здібностей в розумінні, викладі та використанні навчально-програмного матеріалу;
- 60-89%: контрольний захід здійснено без суттєвих помилок; відповідає виявленню знань основного програмного матеріалу; засвоєнню інформації в межах лекційного курсу; володінню необхідними методами, методиками та інструментами, передбаченими програмою; вмінню використовувати їх для вирішення типових ситуацій, припускаючи окремих незначних помилок;
- 0-59%: більше 30% контрольний захід здійснено невірно; відповідає виявленню значних прогалин у знаннях основного програмного матеріалу; не досить упевненому володінню окремими поняттями, методиками та інструментами, про що свідчать принципові помилки під час їх використання.

\*\*\*\* Кожний контроль у формі тестування проводиться в СЕЗН MOODLE.

Теоретичне **тестування** проводиться

- в аудиторії або дистанційно через платформу Moodle з використанням гаджетів або інших технічних пристроїв;
- кожен тест містить по 3 питання різного рівня складності і охоплює всі питання відповідних змістових модулів;
- максимальна оцінка за тест становить 2 бали з часом виконання від 7 до 15 хвилин залежно від складності питань;
- оцінка за тестове питання залежить від типу тестового питання:  
«Множинний вибір» у випадку однієї правильної відповіді оцінюється за принципом «правильно-неправильно» ,  
«Відповідність» оцінка залежить від кількості правильно встановлених відповідностей,
- студенту надається 2 спроби з вибором найкращої оцінки.

### 9. Підсумковий семестровий контроль

Форма	Види підсумкових контрольних заходів	Зміст підсумкового контрольного заходу	Критерії оцінювання	Усього балів
1	2	3	4	5
Підсумковий контроль	Залік	Питання для підготовки: Всі питання, що містяться в стовпчику 3 розділу 7 даної робочої програми.	Підсумкове теоретичне завдання у формі тестування проводиться на платформі Moodle. Підсумковий тест складається із 10 запитань. Разом усі питання охоплюють увесь матеріал дисципліни. Максимальна кількість балів за підсумковий тест становить 20 балів.	20
	Практичне завдання - індивідуальні практичні розрахункові завдання (ІПРЗ)	- Передбачено виконання трьох завдань ІПРЗ за темами ІПРЗ 1 Побудова виробничої функції Кобба-Дугласа методом найменших квадратів засобами табличного редактора (зокрема, MS Excel) або за допомогою системи комп'ютерної алгебри (зокрема, MAPLE). ІПРЗ 2 Розв'язання крайової задачі для звичайних диференціальних рівнянь точковим методом найменших квадратів і методом кінцевих різниць. ІПРЗ 3 Розв'язання інтегрального рівняння Фредгольма другого роду методом послідовних наближень. Вимоги до виконання та оформлення <sup>(3)</sup>	ІПРЗ 1 оцінюється максимум у 5 балів, ІПРЗ 2 – 10 балів (по 5 балів за реалізацію кожного методу), ІПРЗ 3 – 5 балів. Оцінка за кожне завдання обчислюється за формулою (1)	20
Усього за підсумковий семестровий контроль				40

- <sup>(3)</sup> До кожного ІПРЗ потрібно скласти **звіт про виконання**, який пояснює всі етапи виконання роботи. Звіт складається в електронному вигляді за вимогами, які висуваються до оформлення курсових і кваліфікаційних робіт для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра та магістра математичного факультету. і розміщуються на платформі Moodle. Якість оформлення звіту враховується при оцінюванні роботи. Реалізація алгоритму метода передбачає застосування засобів MS Excel та / або системи комп'ютерної алгебри MAPLE. Файл відповідної реалізації долучається до звіту.

- **Захист кожного ІПРЗ** є обов'язковим і потребує пояснення всіх етапів розв'язання завдання.  
- Індивідуальне завдання здається не пізніше передостаннього тижня навчального семестру, протягом якого вивчається дисципліна. Розв'язки повинні містити усі необхідні обґрунтування з посиланням на відповідні формули, теореми та властивості. У разі незарахування індивідуального завдання студент може його доопрацювати до останнього навчального тижня. Захист індивідуальних завдань проводиться на заліковому тижні.

- Зміст індивідуальних завдань і вимоги до оформлення містяться за посиланнями URL:

<https://moodle.znu.edu.ua/mod/assign/view.php?id=186104>

<https://moodle.znu.edu.ua/mod/assign/view.php?id=186106>

<https://moodle.znu.edu.ua/mod/assign/view.php?id=186105>

## 10. Рекомендована література

### Основна

1. Мусіяка В.Г. Основи числових методів : підручник. Дніпро: ЛІРА, 2017. 256 с.  
URL: [http://ecat.diit.edu.ua/ft/Musijaka\\_Osnovy\\_chyslovyh\\_metodiv.pdf](http://ecat.diit.edu.ua/ft/Musijaka_Osnovy_chyslovyh_metodiv.pdf)
2. Вербіцький В. В., Реут В.В. Введення в чисельні методи аналізу і диференціальних рівнянь : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., що навч. за спец. "Прикладна математика". Одеса : ОНУ ім. І.І. Мечникова, 2018. 116 с.
3. Лиходєєва Г. В., Пастирєва К. Ю. Диференціальні рівняння: працюємо самостійно : навчальний посібник. Ч. 2 : Диференціальні рівняння вищих порядків. Системи звичайних диференціальних рівнянь. Київ : Центр учбової літератури, 2018. 140 с.
4. Грищак Д. В. Комп'ютерна алгебра у розв'язанні прикладних задач механіки конструкцій зі змінними параметрами : монографія. Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2020. 220 с.
5. Нікітенко О.М. Maple. Розв'язання інженерних та наукових задач : навчальний посібник. Харків: ХНУРЕ, 2014. 289 с. URL: <https://openarchive.nure.ua/bitstream/document/4192/1/posibn.pdf>

### Додаткова

1. Грищак В. З., Гребенюк С. М., Левчук С. А. Методи обчислень : методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів освітнього ступеня «бакалавр» напряму підготовки «Математика». Запоріжжя : ЗНУ, 2015. 86 с. URL: <http://ebooks.znu.edu.ua/files/metodychky/2015/02/0034407.doc>
2. Лященко М. Я., Головань М. С. Чисельні методи : підручник. Київ : Либідь, 1996. 288 с.
3. Демидович Б. П., Марон И. А., Шувалова Э. З. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения. Москва: Наука, 1967. 368 с.  
URL: [http://ebooks.znu.edu.ua/files/mathbooks/vychislitelna\\_matematika/BOOKS/vych\\_metody/demid.djv](http://ebooks.znu.edu.ua/files/mathbooks/vychislitelna_matematika/BOOKS/vych_metody/demid.djv)
4. Алексеев Е. Р. Чеснокова О. В. Решение задач вычислительной математики в пакетах Mathcad 12, MATLAB 7, Maple 9. Москва: ИТ Пресс, 2006, 496 с. URL: <http://ebooks.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Dyachenko/0030989.djvu>
5. На Ц. Вычислительные методы решения прикладных граничных задач. Москва: Мир, 1982. 296 с.
6. Гребенюк С. М., Клименко М. І., Д'яченко Н. М., Красікова І. В., Тітова О. О., Леонтьєва В. В. Диференціальне та інтегральне числення функції однієї змінної : навч. посіб. для студ. математ. фак-тів вищ. навч. закл. рек. МОНУ. Ч. 2. Запоріжжя: ЗНУ, 2013. 499 с. URL: <http://ebooks.znu.edu.ua/files/metodychky/2013/12/0030893.pdf>
7. Гребенюк С. М., Д'яченко Н. М., Клименко М. І., Красікова І. В., Тітова О. О., Леонтьєва В. В. Диференціальне та інтегральне числення функції однієї змінної : навч. пос. Ч. 1. Запоріжжя: ЗНУ, 2013. 231 с.  
URL: <http://ebooks.znu.edu.ua/files/metodychky/2014/04/0032177.pdf>
8. Диференціальні рівняння : підруч. для математичних і фізичних спец. ун-тів / І. І. Ляшко, О. К. Боярчук, Я. Г. Гай, О. Ф. Калайда. Київ : Вища школа, 1981. 504 с.
9. Шкіль М. І., Лейфура В. М., Самусенко П. Ф. Диференціальні рівняння : навч. посіб. для студ. мат. спец. вищ. навч. закл. реком. МОНУ. Київ : Техніка, 2003. 368 с.
10. Диференціальні рівняння : навчальний посібник / Т. П. Гай, О. В. Махней. Вид. 2-ге, випр. та доп. Тернопіль: Навчальна книга - Богдан, 2014. 360 с. URL: [https://www.bohdan-books.com/userfiles/file/books/lib\\_file\\_2122996887.pdf](https://www.bohdan-books.com/userfiles/file/books/lib_file_2122996887.pdf)

11. Краснов М. Л., Киселев А.И., Макаренко Г.И. Интегральные уравнения. Задачи и упражнения с подробными решениями. Москва: URSS, 2007. 192 с.
12. Бахвалов Н. С., Жидков Н. П., Кобельков Г. М. Численные методы. Москва: Наука, 1987. 600 с.; Москва: Наука, 2000, 630 с.
13. Бахвалов Н. С., Лапин А. В., Чижонков Е. В. Численные методы в задачах и упражнениях. Москва: Высшая школа, 2000, 190 с.
14. Дьяконов В. П. Maple 9.5/10 в математике, физике и образовании. Москва: СОЛОН-Пресс, 2006. 720 с.  
URL: <http://ebooks.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Dyachenko/0030973.djvu>
15. Камке Э. Справочник по обыкновенным дифференциальным уравнениям. Пер. с нем. Москва: Наука: гл. ред. физ.-мат. лит., 1976. 576 с. URL: [http://ebooks.znu.edu.ua/files/mathbooks/2008-1/spravochniki/BOOKS/kamke\\_ode.djvu](http://ebooks.znu.edu.ua/files/mathbooks/2008-1/spravochniki/BOOKS/kamke_ode.djvu)
16. Математика : методичні вказівки до написання курсових ік валіфікаційних робіт для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра там агістра математичного факультету / Гоменюк С. І., Гребенюк С. М., Зіновєєв І. В., Манько Н. І.-В., Спиця О. Г., Ткаченко І. Г. Запоріжжя: ЗНУ, 2017. 52 с.
17. Перестюк М. О. Збірник задач з диференціальних рівнянь : навчальний посібник для ун-тів та технічних вищих закладів освіти, Київ: Либідь, 1997. 192 с.
18. Самойленко А. М. Диференціальні рівняння : підручн. для студ. математ. спец. вузів, Київ: Либідь, 2003. 800 с.
19. Самойленко А. М., Кривошея С. А., Перестюк М. О. Диференціальні рівняння в задачах : навч. посіб. для студ. внз. Київ : Вища школа, 1994. 455 с.; Київ : Либідь, 2003. 504 с.

### **Наукові публікації автора курсу**

#### **за тематикою дисципліни за 2017-2021 рр.**

1. Грищак В.З., Дьяченко Н.Н. Определение областей устойчивости конической оболочки при комбинированном нагружении на базе гибридного асимптотического подхода. *Вісник Запорізького національного університету. Фізико-математичні науки*. 2017, №2. С. 33-46.  
URL: <https://bit.ly/3IPYf9r> (Index Copernicus)
2. Дьяченко Н. Н., Мухин В. В., Мистюк В. Ю., Юрченко А. К. Решение плоской контактной задачи с учетом трения и шероховатости, деформирующейся по нелинейным законам. *Вісник Запорізького національного університету. Фізико-математичні науки*. 2018, №2. С. 29-43. DOI: 10.26661/2413-6549-2018-2-04  
URL: <http://visnykznu.org/issues/2018/2018-mf-2/6.pdf> (Index Copernicus)
3. Грищак В.З., Грищак Д.Д., Дьяченко Н.Н. Эффективное приближенное аналитическое решение задачи устойчивости трехслойной конической оболочки при комбинированном нагружении. *Математичні методи та фізико-механічні поля*. 2018. Т. 61, № 3. С. 63-77  
URL: <http://journals.iapmm.lviv.ua/ojs/index.php/MMPMF/article/view/2487> (Zentralblatt MATH, видання категорії «А»)  
Те саме: Gristchak V. Z., Hryshchak D. D., Dyachenko N. M. Efficient approximate analytic solution for the problem of stability of a three-layer conic shell under combined loading. *Journal of Mathematical Sciences*. 2021. Vol. 254, No. 1. P. 71–88.  
Doi: <https://doi.org/10.1007/s10958-021-05289-3>. (Scopus)
4. Дегтяренко П.Г., Грищак В.З., Дьяченко Н.Н. К расчету на устойчивость комбинированной оболочечной конструкции с учетом дискретности расположения промежуточных шпангоутов. *Проблеми обчислювальної механіки і міцності конструкцій*. 2019. Т. 29. С. 113-131. Doi: <https://doi.org/10.15421/42190010>  
URL: <https://pommk.dp.ua/index.php/journal/article/view/460/467> (Index Copernicus).
5. Дегтяренко П.Г., Грищак В.З., Грищак Д.Д., Дьяченко Н.Н. К проблеме равноустойчивости подкрепленной оболочечной конструкции при комбинированном нагружении. *Космическая наука и технология*. 2019. Т.25, №6(121). С. 3-14.  
Doi: <https://doi.org/10.15407/knit2019.06.003>



URL: <https://www.mao.kiev.ua/biblio/jscans/knit/2019-25/knit-2019-25-6-01-degtyarenko.pdf> (Web of Science)

6. Дегтяренко П.Г., Грищак В.З., Грищак Д.Д., Дьяченко Н.Н. Постановка и основные разрешающие уравнения задачи устойчивости оболочечной конструкции типа «бочка-оживало» при действии внешнего давления. *Проблеми обчислювальної механіки і міцності конструкцій*. 2019. Т. 30. С. 33-52. Doi: <https://doi.org/10.15421/4219025> URL: <https://pomnk.dp.ua/index.php/journal/article/view/436> (Index Copernicus).
7. Gristchak V., Hryshchak D., Dyachenko N., Degtiarenko P. Stability and rational design of the «barrel-ogive» type strengthened shell structures under combined loading. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 4/7 (106) 2020. P. 6-15.  
URL: <http://journals.uran.ua/eejet/article/view/209228/210801> (Scopus)
8. Gristchak V.Z, Dyachenko N.M. Axial force effect on the overall buckling of a compound reinforced shell structure with the positive gaussian curvature at an external pressure. In collective monograph: O. V. Choporova, S. V. Choporov, A. O. Lisnyak, S. ets. *Mathematical and computer modelling of engineering systems* / In edition by V. S. Hudramovich. Riga, Latvia : “Baltija Publishing”, 2020. С. 35-49.  
URL: <http://www.baltijapublishing.lv/omp/index.php/bp/catalog/view/89/2217/4792-1> .
9. Дегтярьов О. В., Грищак В. З., Акімов Д. В., Гоменюк С. І., Гребенюк С. М., Дегтяренко П. Г., Д'яченко Н. М., Клименко Д. В., Клименко М. І., Кудін О. В., Ларіонов І. Ф., Сіренко В. М., Чопоров С. В. Математичні моделі та прогнозування руйнівних навантажень в ракетно-космічних системах : колективна монографія / за ред. О. В. Дегтярьова, В. З. Грищака, В. М. Сіренка. Запоріжжя : Видавничий дім «Гельветика», 2020. 260 с.

### Інформаційні ресурси

1. Застосування математичного апарату в прикладних дослідженнях: дисципліна в СЕЗН ЗНУ Moodle. URL: <https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=6239>
2. Наукова бібліотека Запорізького національного університету. URL: <http://library.znu.edu.ua/>
3. Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського. URL: <http://www.nbuv.gov.ua/>
4. Бібліотека TWIRPX. Електронні ресурси з математичного аналізу.  
URL: <https://www.twirpx.com/files/mathematics/analysis/>
5. Maplesoft Media Releases.  
URL: <https://www.maplesoft.com/company/news/releases/2021/2021-03-10-maple-2021-provides-even-more-tools-to-help-students-learn-math.aspx>