МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

Машинобудівний навчально-науковий інститут
(повна назва підрозділу)

Технічної теплофізики і суднових паровиробних установок
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з науково-педагогічної роботи

_____ Сергій СЛОБОДЯН

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Program of the Discipline

Математичні методи і моделі в інженерних розрахунках
Mathematical methods and models in engineering calculations

рівень вищої освіти	бакалаврський
тип дисципліни	вибіркова
мова(и) викладання	українська

Миколаїв 2024

Робоча програма навчальної дисципліни «Математичні методи і моделі в інженерних розрахунках» як вибіркового курсу призначена для студентів усіх спеціальностей та освітніх програм, за якими ведеться підготовка в Національному університеті кораблебудування імені адмірала Макарова.
" 05 " ____грудня_____ 2023 року. __17__ с.

Розробник: Пацурковський Павло Анатолійович, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри технічної теплофізики і суднових паровиробних установок.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Математичні методи і моделі в інженерних розрахунках» розглянуто на засіданні кафедри Технічної теплофізики і суднових паровиробних установок
Протокол № 4 від « 27 »____грудня_____2023 р.

Завідувач кафедри _____ Борис ДИМО

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Математичні методи і моделі в інженерних розрахунках» розглянуто навчально-методичною радою Машинобудівного навчально-наукового інституту
Протокол № 1 від « 12 » Квітня 2024 р.

Голова _____ Сергій СЕРБІН

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Математичні методи і моделі в інженерних розрахунках» погоджено з навчальним відділом

Начальник навчального відділу _____ Андрій ЛАБАРТКАВА

Робоча програма навчальної дисципліни «Математичні методи і моделі в інженерних розрахунках» затверджено Навчально-методичною радою НУК
Протокол № 3 від «24» Квітня 2024 р.

Голова НМР ~~НУК~~ _____ Сергій СЛОБОДЯН

ЗМІСТ

Вступ 4
1.Опис навчальної дисципліни 5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни..... 6
3. Передумови для вивчення дисципліни 6
4. Очікувані результати навчання..... 6
5. Програма навчальної дисципліни 7
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування..... 12
7. Форми поточного та підсумкового контролю 12
8. Критерії оцінювання результатів навчання 14
9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна 15
10. Рекомендовані джерела інформації 15

Додаток 17

ВСТУП

Анотація

Даний курс формує базові знання з математичного моделювання технічних об'єктів та складних систем на основі системного підходу з визначенням меж спроможності моделювання та визначення раціональних математичних методів обчислення на ЕОМ, вивчає як за допомогою фундаментальних законів фізики побудувати математичну модель об’єкта дослідження, класифікувати математичну задачу та обрати раціональні аналітичні або чисельні методи обчислення для її розв’язання, реалізувати метод обчислення на ЕОМ, оцінити точність та адекватність моделі.

Курс передбачає ознайомлення з методологічними основами математичного моделювання, основними етапами створення математичної моделі, принципами побудови алгоритму обчислень та основними чисельними методами.

Курс призначений для студентів всіх спеціальностей.

Ключові слова: математична модель, чисельні методи, моделювання, інженерні розрахунки.

Abstract

This course provides basic knowledge of mathematical modeling of technical objects and complex systems based on a systematic approach, defining the limits of modeling capabilities and determining rational mathematical computation methods on computers. It explores how to build a mathematical model of an object of study using fundamental laws of physics, classify mathematical problems, and select rational analytical or numerical computation methods for solving them. The course also covers implementing computation methods on computers and evaluating the accuracy and adequacy of the model.

The course includes an introduction to the methodological foundations of mathematical modeling, the main stages of mathematical model creation, principles of constructing computation algorithms, and basic numerical methods.

The course is designed for students of all specialties.

Keywords: mathematical model, numerical methods, modeling, engineering calculations.

1. Опис навчальної дисципліни

<table>
<tr><td rowspan="2">Найменування показників</td><td rowspan="2">Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень</td><td colspan="2">Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td>Денна форма навчання (ДФН)</td><td>Заочна форма навчання (ЗФН)</td></tr>
<tr><td>Кількість кредитів – 5</td><td rowspan="3">Усі спеціальності та освітні програми, за якими ведеться підготовка в Національному університеті кораблебудування імені адмірала Макарова</td><td colspan="2">Вибіркова</td></tr>
<tr><td>Модулів – 1</td><td colspan="2">Рік підготовки</td></tr>
<tr><td>Змістових модулів – 3</td><td>2-й</td><td>2-й</td></tr>
<tr><td>Електронний адрес РПНД на сайті Університету</td><td rowspan="8"></td><td colspan="2">Семестр</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Індивідуальне науково-дослідне завдання:
-</td><td>3-й</td><td>3-й</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лекції</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Загальна кількість годин – 150</td><td>30 год.</td><td>6 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Практичні</td></tr>
<tr><td>30 год.</td><td>6 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лабораторні</td></tr>
<tr><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Тижневих годин для денної форми навчання:
аудиторних – 4;
самостійної роботи студента – 6</td><td rowspan="4">Освітній рівень: перший (бакалаврський)</td><td colspan="2">Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>90 год.</td><td>138 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Вид контролю: залік</td></tr>
<tr><td colspan="2">Форма контролю: комбінована.</td></tr>
</table>

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Мета вивчення навчальної дисципліни «Математичні методи і моделі в інженерних розрахунках» полягає в оволодінні здобувачами вищої освіти навичок застосування сучасних пакетів прикладних програм для проведення інженерних розрахунків, здатності застосовувати релевантні математичні методи для розв'язання складних задач в енергетиці.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення дисципліни є вивчення дисциплін "Вища математика" та "Фізика".

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів таких результатів навчання:

- розробляти і досліджувати фізичні, математичні і комп'ютерні моделі об'єктів та процесів теплоенергетики, перевіряти адекватність моделей, порівнювати результати моделювання з іншими даними та оцінювати їх точність і надійність.

- аналізувати і обирати ефективні аналітичні, розрахункові та експериментальні методи розв'язання складних задач енергетики.

5. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1

Денна форма навчання

Змістовий модуль 1. Основи математичного моделювання.

Тема 1. Вступ. Предмет та об'єкт вивчення дисципліни. Основні види занять, форми контролю результатів навчання студентів та їх оцінювання. Область використання, мета та задачі математичного моделювання. Основні поняття теорії математичного моделювання.

Література: [1] с. 12-23, [6] с. 10-20, [8] с. 4-6.

Тема 2. Класифікація математичних моделей. Основні етапи математичного моделювання. Оцінка похибки інженерних розрахунків.

Література: [1] с. 23-30, [2] с. 16-20, [3] с. 25-37, [8] с. 6-15.

Тема 3. Загальна характеристика спеціальних математичних пакетів для проведення інженерних розрахунків. Характеристика можливостей, правила та основні прийоми роботи в пакеті прикладних програм MathCad.

Література: [1] с. 275-288, [2] с. 20-22, [4] с. 9-62.

Тема 4. Загальна характеристика програмних пакетів моделювання процесів теплообміну, гідро- та газодинаміки. Характеристика можливостей, правила та основні прийоми роботи.

Література: [4] с. 9-148.

Тема 5. Інтерполяція. Види інтерполяції. Структура та основні характеристики таблиць даних.

Література: [2] с. 74-97, [4] с. 286-288, [7] с. 5-16.

Тема 6. Екстраполяція. Методи екстраполяції даних. Переваги та недоліки екстраполяції. Похибка екстраполяції.

Література: [2] с. 97-98, [4] с. 288-290.

Змістовий модуль 2. Чисельні методи та методи розв'язання рівнянь.

Тема 7. Методи розв'язання лінійних рівнянь. Реалізація методів розв'язання лінійних рівнянь в пакеті прикладних програм MathCad.

Література: [4] с. 183-193.

Тема 8. Методи розв'язання нелінійних рівнянь. Реалізація методів розв'язання нелінійних рівнянь в пакеті прикладних програм MathCad.

Література: [4] с. 202-213.

Тема 9. Методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Реалізація методів розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь в пакеті прикладних програм MathCad.

Література: [4] с. 193-202.

Тема 10. Чисельні методи розв'язання диференціальних рівнянь.

Література: [2] с. 111-125, [3] с. 155-166.

Тема 11. Чисельні методи розв'язання крайових задач. Метод кінцевих різниць. Метод стрільби. Метод прогонки.

Література: [2] с. 138-148, [3] с. 166-170, [8] с. 42-48.

Змістовий модуль 3. Моделювання процесів в теплоенергетичних об'єктах та основи розрахунку термодинамічних циклів.

Тема 12. Основи імітаційного моделювання. Області використання та класифікація імітаційних моделей.

Література: [1] с. 30-36.

Тема 13. Основи моделювання та розрахунку процесів гідро- та газодинаміки в енергетичному устаткуванні.

Література: [1] с. 30-37, [4] с. 129-143, [5] с. 108-138.

Тема 14. Основи моделювання та розрахунку процесів теплообміну в енергетичному устаткуванні. Математичні моделі найпростіших теплообмінних апаратів.

Література: [5] с. 138-158, [6] с. 40-67, [8] с. 56-72.

Тема 15. Основні поняття та закони термодинаміки. Термодинамічні цикли. Особливості розрахунку та побудови термодинамічних циклів в пакеті прикладних програм MathCad.

Література: [7] с. 28-40.

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	Денна форма					Заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		л	пр	лаб	с.р		л	пр	лаб	с.р
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	7	**8**	**9**	10	11
Змістовий модуль 1. Основи математичного моделювання.										
Тема 1. Вступ. Предмет та об'єкт вивчення дисципліни. Основні види занять, форми контролю результатів навчання студентів та їх оцінювання. Область використання, мета та задачі математичного моделювання. Основні поняття теорії математичного моделювання.	8	2	-	-	6	9	1	-	-	8
Тема 2. Класифікація математичних моделей. Основні етапи математичного моделювання. Оцінка похибки інженерних розрахунків.	10	2	2	-	6	8	-	-	-	8
Тема 3. Загальна характеристика спеціальних математичних пакетів для проведення інженерних розрахунків. Характеристика можливостей, правила та основні прийоми роботи в пакеті прикладних програм MathCad.	12	2	2	-	8	12	-	-	-	12
Тема 4. Загальна характеристика програмних пакетів моделювання процесів теплообміну, гідро- та газодинаміки. Характеристика можливостей, правила та основні прийоми роботи.	12	2	2	-	8	10	-	-	-	10
Тема 5. Інтерполяція. Види інтерполяції. Структура та основні характеристики таблиць даних.	10	2	2	-	6	13	1	2	-	10
Тема 6. Екстраполяція. Методи екстраполяції даних. Переваги та недоліки екстраполяції. Похибка екстраполяції.	8	2	2	-	4	8	-	-	-	8
Разом за змістовим модулем 1	**60**	**12**	**10**	**-**	**38**	**60**	**2**	**2**	**-**	**56**
Змістовий модуль 2. Чисельні методи та методи розв'язання рівнянь.										
Тема 7. Методи розв'язання лінійних рівнянь. Реалізація методів розв'язання	8	2	2	-	4	12	1	1	-	10

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	Денна форма					Заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		л	пр	лаб	с.р		л	пр	лаб	с.р
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	10	11
лінійних рівнянь в пакеті прикладних програм MathCad.										
Тема 8. Методи розв'язання нелінійних рівнянь. Реалізація методів розв'язання нелінійних рівнянь в пакеті прикладних програм MathCad.	10	2	2	-	6	12	-	-	-	12
Тема 9. Методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Реалізація методів розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь в пакеті прикладних програм MathCad.	12	2	2	-	8	10	-	-	-	10
Тема 10. Чисельні методи розв'язання диференціальних рівнянь.	14	2	4	-	8	14	1	1	-	12
Тема 11. Чисельні методи розв'язання крайових задач. Метод кінцевих різниць. Метод стрільби. Метод прогонки.	16	2	4	-	10	12	-	-	-	12
Разом за змістовим модулем 2	**60**	**10**	**14**	**-**	**36**	**60**	**2**	**2**	**-**	**56**
Змістовий модуль 3. Моделювання процесів в теплоенергетичних об'єктах та основи розрахунку термодинамічних циклів**.**										
Тема 12. Основи імітаційного моделювання. Області використання та класифікація імітаційних моделей.	4	2	-	-	2	6	-	-	-	6
Тема 13. Основи моделювання та розрахунку процесів гідро- та газодинаміки в енергетичному устаткуванні.	6	2	-	-	4	6	-	-	-	6
Тема 14. Основи моделювання та розрахунку процесів теплообміну в енергетичному устаткуванні. Математичні моделі найпростіших теплообмінних апаратів.	6	2	-	-	4	8	2	-	-	6
Тема 15. Основні поняття та закони термодинаміки. Термодинамічні цикли. Особливості розрахунку та побудови термодинамічних циклів в пакеті прикладних програм MathCad	14	2	6	-	6	10	-	2	-	8
Разом за змістовим модулем 3	**30**	**8**	**6**	**-**	**16**	**30**	**2**	**2**	**-**	**26**

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	Денна форма					Заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		л	пр	лаб	с.р		л	пр	лаб	с.р
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	7	**8**	**9**	10	11
Усього годин	**150**	**30**	**30**	**-**	**90**	**150**	**6**	**6**	**-**	**138**

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Інтерполяція та екстраполяція баз даних фізичних величин. Апроксимація експериментальних та графічних даних. Метод найменших квадратів.	4	1
2	Побудова лінійних регресійних моделей.	4	1
3	Метод найменших квадратів.	4	1
4	Чисельне розв'язання гіперболічного та параболічного диференціальних рівнянь в частинних похідних	6	1
5	Чисельне розв'язання диференціального рівняння Лапласа та Пуассона	6	1
6	Термодинамічний аналіз циклу теплового двигуна	6	1
	Разом	**30**	**6**

Самостійна робота

Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Підготовка до лекційних занять	15	4
2	Підготовка до практичних занять	30	20
3	Підготовка реферату	15	84
4	Підготовка до заліку	30	30
	Разом	**90**	**138**

Самостійна робота включає в себе проробку основної та додаткової літератури, що вказано в переліку, та літератури з інших дисциплін, потрібної для освоєння базових знань з дисципліни. Для покращення засвоєння отриманих знань кожним студентом виконуються практичні роботи.

Самостійна робота проводиться вдома або в комп'ютерному класі Старого навчального корпусу НУК. Результати цієї роботи проявляються при захисті студентом практичних робіт та складанні заліку.

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

Набуття здобувачами компетенцій забезпечується через засвоєння навчального матеріалу у вигляді лекційних, практичних занять та самостійної роботи студентів.

Основними методами навчання з дисципліни є:

1. Пояснювально-ілюстративний метод, за допомогою повідомлення та засвоєння інформації на лекційних та практичних заняттях словесними й наочними засобами.

2. Проблемний метод, коли на практичних заняттях утворюються пошукові ситуації, розвивається активність, самостійність, творчі здібності здобувачів освіти.

Як наочний матеріал на лекціях застосовуються мультимедійні слайди та лекційні демонстрації.

З метою роз'яснення найбільш складних питань дисципліни та підвищення якості виконання завдань практичних робіт проводяться групові та індивідуальні консультації за розкладом кафедри.

Під час карантину заняття повністю проводяться дистанційно в режимі відеоконференцій за допомогою онлайн-платформи Zoom.

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з дисципліни "Математичні методи і моделі в інженерних розрахунках" є:

– усні та письмові відповіді на практичних заняттях;

– підготовка реферату/аналітичного огляду;

– залік.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення студента оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінки заліку. У кожного компонента своя частка в загальній системі оцінок. У проміжних оцінках студент може набрати **60 балів**. Під компонентом проміжних оцінок розуміються поточні оцінки протягом семестру (активність, участь в дискусіях; виконання завдань та інше).

Поточний контроль проводиться на кожному практичному занятті та за результатами виконання завдань самостійної роботи. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) під час роботи на практичних заняттях.

Питома вага заключного заліку в загальній системі оцінок – **40 балів**. Право здавати заключний залік надається студенту, якій з урахуванням отриманих балів проміжних оцінок і заключного заліку може набрати разом не менше **60 балів**. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки заліку.

Залік проводиться у комбінованій формі (письмові відповіді та усний захист). До білету входить чотири питання. Кожне питання оцінюється у 10 балів.

Зарахування кредитів навчального курсу можливо тільки після досягнення результатів, запланованих РПНД, що виражається в одній з позитивних оцінок, передбачених чинним законодавством.

Форми контролю результатів навчальної діяльності студентів та їх оцінювання

Кількість балів	Критерії оцінювання практичних занять
5	Робота виконана у встановлений термін. Студент виконує практичну роботу самостійно згідно методичних вказівок; чітко формулює мету роботи та основні положення теорії; застосовує коректні методи обробки отриманих результатів та комп'ютерні програми; у висновках надає коректну інтерпретацію результатів; звіт відповідає вимогам до оформлення практичних робіт. Студент правильно відповідає на 90…100 % контрольних запитань.
4	Робота виконана у встановлений термін. Студент виконує практичну роботу згідно методичних вказівок, іноді після консультацій викладача; правильно формулює мету роботи та основні положення теорії; в цілому правильно складає звіт та робить висновки; відповідає на 74…89 % контрольних запитань.
3	Робота виконана у встановлений термін. Студент виконує практичну роботу згідно методичних вказівок, складає звіт, що містить неточності у висновках та помилки; відповідає на 60…73 % контрольних запитань.
2	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує практичну роботу після консультацій викладача; складає звіт, що містить значні неточності у висновках та помилки; відповідає на 35…59 % контрольних запитань.
0…1	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує практичну роботу після консультацій викладача; складає звіт, що містить значні неточності у висновках та помилки; відповідає менше ніж на 35% контрольних запитань.
	Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 30 балів (6 робіт по 5 балів).

Кількість балів	Критерії оцінювання реферату/аналітичного огляду
30	Зміст роботи відповідає обраній темі; наявність чітко сформульованої проблеми; адекватність формулювання об'єкта, предмета, мети та задач дослідження; наявність посилань на використану літературу та відповідність оформлення роботи стандарту; відповідність висновків меті та завданням дослідження. Робота виконувалась систематично та вчасно подана на перевірку науковому керівнику у відповідності із планом виконання.
20	Зміст роботи відповідає обраній темі; але має поверхневий аналіз, матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано. Робота виконувалась не систематично та подана на перевірку науковому керівнику з порушенням плану виконання курсової роботи.

15	Студент відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень і лише за допомогою викладача може виправляти помилки, серед яких є значна кількість суттєвих.
8	Студент виявляє знання і розуміння більшості положень, але лише за допомогою викладача може виправляти помилки, серед яких є значна кількість суттєвих.
0	Робота не носить дослідницького характеру, не має аналізу і не відповідає вимогам, які пред'являються. У роботі немає висновків або вони носять декларативний характер.
	Максимальна кількість балів за даною формою контролю становить 30 балів.

Кількість балів	**Критерії оцінювання заліку**
10	Відповідь на питання повна, підтверджена відповідними формулами та ілюстративним матеріалом, включає аналіз та аргументовані висновки.
8…9	Відповідь на питання повна, підтверджена відповідними формулами та ілюстративним матеріалом, включає аналіз та аргументовані висновки, але містить незначну кількість дрібних помилок.
6…7	Відповідь на питання достатньо повна, частково підтверджена відповідними формулами та ілюстративним матеріалом, містить значну кількість дрібних помилок.
3…5	Відповідь на питання неповна, частково підтверджена відповідними формулами та ілюстративним матеріалом, містить значну кількість грубих та дрібних помилок.
0…2	Відповідь на питання неповна або відсутня, не підтверджена відповідними формулами та ілюстративним матеріалом, містить значну кількість грубих та дрібних помилок.
	Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 40 балів (4 *питання по 10 балів*).

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
Виконання та захист практичних робіт	6*5 балів = 30 балів	6*5 балів = 30 балів
Підготовка реферату/аналітичного огляду	30 балів	30 балів
Залік	40 балів	40 балів
Всього	**100**	**100**

8. Критерії оцінювання результатів навчання

	Денне відділення		**Заочне відділення**	
	Вид роботи	**Бали**	**Вид роботи**	**Бали**
ЗМ1	Підготовка реферату/ аналітичного огляду	30	Підготовка реферату/ аналітичного огляду	30
	Практичне заняття №1	5	Практичне заняття №1	5
	Практичне заняття №2	5	Практичне заняття №2	5
ЗМ2	Практичне заняття №3	5	Практичне заняття №3	5
	Практичне заняття №4	5	Практичне заняття №4	5
ЗМ3	Практичне заняття №5	5	Практичне заняття №5	5

	Практичне заняття №6	5	Практичне заняття №6	5
Підсумковий контроль	Залік	40	Залік	40
Сума		100		100

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

У ролі спеціальних засобів навчання використовуються мультимедійна техніка (проектори, екрани), графічні засоби (малюнки, креслення, схеми, плакати), моделі енергетичного устаткування.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Павленко П. М., Філоненко С. Ф., Чередніков О. М., Трейтяк В. В. Математичне моделювання систем та процесів. Навчальний посібник. – К. : НАУ, 2017. – 392 с.
2. Задачин В. М., Конюшенко І. Г. Чисельні методи : навчальний посібник. – Х. : Вид. ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2014. – 180 с.
3. Волонтир Л. О, Зелінська О. В., Потапова Н. А., Чіков І. А. Чисельні методи: Навчальний посібник. – Вінниця: ВНАУ, 2020. – 322 с.
4. Дзісь В. Г., Левчук О. В., Дячинська О.М. Прикладна математика на основі MathCAD: Навчальний посібник. – Вінниця: ВНАУ, 2020. – 378 с.
5. Мисюра Т. Г. Математичне моделювання та оптимізація об’єктів хімічної технології [Електронний ресурс]: курс лекцій для здобувачів освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» освітньо-професійної програми «Хімічна технологія» денної та заочної форм навчання – К.: НУХТ, 2020. – 234 с.
6. Риндюк Д.В. Математичне моделювання теплових процесів в енергетиці та промисловості. Частина 1» [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. третього рівня вищої освіти (PhD) спеціальності 144 «Теплоенергетика» / КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 69 с.
7. Лейбович Л. І., Пацурковський П. А. Розрахунки термодинамичного циклу в Mathcad // Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт. – Миколаїв: видавець Торубара В.В., 2019. – 44 с.
8. Лейбович Л.І. Математичні методи та моделі розрахунків процесів теплообміну. Навчальний посібник. – Миколаїв: НУК, 2012. – 102 с.

Допоміжна література

1. Богач І. В., Краковецький О. Ю., Крилик Л. В. Чисельні методи розв'язання диференціальних рівнянь засобами MathCAD : навчальний посібник. – Вінниця : ВНТУ, 2020. – 106 с.

2. Ластівка І. О., Репета В. К., Глухов О. Д. Вища математика. Числові методи: методичні рекомендації до самостійної роботи для студентів технічних спеціальностей. – К.: НАУ, 2020. – 56 с.

3. Павленко П.М. Основи математичного моделювання систем і процесів: навч. посіб. – К.: Книжкове вид-во НАУ, 2013. – 201 с.

4. Самборська О. М., Шелестовський Б. Г. Чисельні методи. Навчальний посібник для студентів вищих технічних навчальних закладів. – Тернопіль: ТНТУ імені Івана Пулюя, 2010. – 164 с.

5. Дичка І. А., Онай М. В., Гадиняк Р. А. Чисельні методи. Розв'язання задач математичного аналізу: лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 169 с. – Режим доступу: https://ela.kpi.ua/handle/123456789/23545

Інформаційні ресурси в Інтернет

1. Сайт наукового журналу "Математичне моделювання". – Режим доступу: http://matmod.dstu.dp.ua.

2. Сайт наукового журналу "Математичне моделювання та комп'ютинг". – Режим доступу: https://science.lpnu.ua/uk/mmc.

3. Сайт наукового журналу "Математичне та комп'ютерне моделювання". – Режим доступу: http://mcm-math.kpnu.edu.ua.

4. Сайт журналу "Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія : Математичне моделювання в техніці та технологіях". – Режим доступу: http://mmtt.khpi.edu.ua.

5. Сайт журналу "Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова". URL: http://znp.nuos.mk.ua/.

6. Сайт наукового журналу "Прикладні питання математичного моделювання". – Режим доступу: https://journals.kntu.kherson.ua/index.php/ppmm/home.

ДОДАТОК

Результати перегляду робочої програми навчальної дисципліни «Математичні методи і моделі в інженерних розрахунках»

Теми лекцій

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
	Разом		

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
	Разом		

Зміни до робочої програми навчальної дисципліни «Математичні методи і моделі в інженерних розрахунках» розглянуто на засіданні кафедри технічної теплофізики і суднових паровиробних установок.

Протокол №___ від «___»_____20 р.

Завідувач кафедри _____ Борис ДИМО