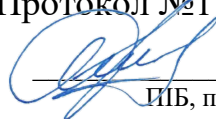


ХЕРСОНСЬКА ДЕРЖАВНА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ
ФАКУЛЬТЕТ СУДНОВОЇ ЕНЕРГЕТИКИ
КАФЕДРА ЕКСПЛУАТАЦІЇ СУДНОВИХ
ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК

ЗАТВЕРДЖЕНО

На засіданні кафедри експлуатації суднових енергетичних установок
Протокол №1 від «28» серпня 2023 р.


Володимир САВЧУК
ІІБ, підпис завідувача кафедри

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Комп'ютерне моделювання систем та процесів
суднових енергетичних систем і комплексів»

Ступінь вищої освіти	Доктор філософії
Галузь знань	27 – Транспорт
Спеціальність	271 – Морський та внутрішній водний транспорт
Освітньо-наукова програма	Управління судновими технічними системами і комплексами
Семестр та курс навчання	Другий курс, IV семестр
Статус дисципліни	Обов'язкова
Форма навчання	Очна

Херсон 2023 р.

Силабус до дисципліни «Комп'ютерне моделювання систем та процесів суднових енергетичних систем і комплексів» розробила професор кафедри експлуатації суднових енергетичних установок, д.т.н., професор Галина ТУЛУЧЕНКО

ПОГОДЖЕНО

Гарант освітньої програми

Володимир САВЧУК



підпис

Завідувач аспірантури та докторантури

Едуард АППАЗОВ



підпис

Наукове товариство студентів (слухачів), аспірантів, докторантів,
молодих вчених

Протокол № 1 від 29 серпня 2023 р.

1. Загальна інформація	
Назва дисципліни	<i>Комп'ютерне моделювання систем та процесів суднових енергетичних систем і комплексів</i>
Викладач(-і)	<i>Галина Яківна Тулученко</i>
Контактний номер викладача	<i>0954657060</i>
E-mail викладача	<i>hm_kntu@ukr.net</i>
Код дисципліни з освітньої програми	<i>OK13</i>
Обсяг дисципліни	<i>3 кредити / 90 годин (42 години аудиторних занять, з них 28 години лекцій, 14 години практичних занять, 48 годин самостійної роботи)</i>
Посилання на сайт дистанційного навчання	<i>https://mdl.ksma.ks.ua/course/view.php?id=3309</i>
Час проведення занять, консультацій	<i>Четвертий семестр</i>
Передреквізити і постреквізити навчальної дисципліни	<i>Попередні дисципліни: Інформаційні технології в науковій діяльності. Управління науковими проектами. Системотехніка водного транспорту</i>
2. Анотація до курсу	
<p><i>Математичне комп'ютерне моделювання є головним засобом дослідження складних процесів і систем, на якому базуються сучасні підходи до проектування, оптимізації та управління в різних галузях науки і техніки. Обчислювальна математика є основою для реалізації та комп'ютерного розрахунку методів математичного моделювання.</i></p> <p><i>При вивченні даної дисципліни здобувачі наукового ступеня доктора філософії знайомляться з теоретичними основами наближених методів розв'язання граничних та крайових задач математичної фізики.</i></p> <p><i>Особлива увага приділяється методу скінченних елементів як найбільш використовуваному методу розрахунку скалярних та векторних полів в сучасній інженерній практиці.</i></p> <p><i>Отримані вміння дозволяють використовувати інженерні методики, аналітичні та числові методи розрахунку для аналізу і удосконалення відомих та розробки складових елементів суднових енергетичних систем і комплексів.</i></p>	
3. Мета та завдання курсу	
<p><i>Мета курсу «Комп'ютерне моделювання систем та процесів суднових енергетичних систем і комплексів» полягає у формуванні основних понять і фундаментальних основ комп'ютерного моделювання та інформаційних технологій, а також опанування методик застосування математичних моделей та методів їх комп'ютерної реалізації для розв'язування прикладних задач.</i></p> <p><i>Завданнями курсу є</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <i>• опанування методів побудови математичних моделей фізичних, хімічних та іншої природи процесів, які мають місце при експлуатації суднових енергетичних систем і комплексів;</i> <i>• формування навичок роботи з програмними комплексами загально математичного та спеціального призначення;</i> <i>• знайомство з методами оцінки адекватності, точності, ефективності математичних моделей, методами інтерпретації результатів моделювання.</i> 	
4. Результати навчання (компетентності) та методи їх вимірювання	
<p><i>У результаті вивчення дисципліни здобувачі наукового ступеня повинні мати:</i></p> <p><i>ЗК12. Здатність використання комп'ютерних, інформаційних та комунікаційних технологій, що необхідні для проведення наукових досліджень.</i></p> <p><i>ЗК13. Здатність планувати та виконувати наукові дослідження зі стадії постановки задачі до оцінювання та розгляду результатів і отриманих даних.</i></p>	

- ПК1.** Здатність формулювати наукову проблему, розробляти робочі гіпотези на основі наявних та здобутих нових цілісних знань в межах предметної області.
- ПК3.** Здатність виконувати аналіз, синтез і моделювання складних систем різної природи в межах предметної області.
- ПК4.** Здатність використовувати знання предметної області, положення фундаментальних наук, уміння визначати проблемне поле та формулювати наукові та науково-практичні задачі.
- ПК5.** Уміння планувати, організовувати та здійснювати оригінальні наукові дослідження актуальних задач в предметній області.
- ПК7.** Володіння навичками системного аналізу.
- ПК8.** Здатність використовувати математичні методи дослідження та оптимізації при забезпеченні управління СТСіК.
- ПК11.** Здатність виконувати наукове та прикладне супроводження етапів життєвого циклу СТСіК.
- ПК12.** Здатність у рамках власного дослідження зробити оригінальний науковий внесок у теорію і практику досліджуваної проблематики.

5. План вивчення навчальної дисципліни

№ п/п	Назва теми	Форма організації навчання та кількість годин			Самостійна робота,
		Лекційне заняття	Лабораторне заняття	Практичне заняття	
1	Методологічні питання моделювання процесів і систем Поняття про математичне й комп'ютерне моделювання. Методи побудови математичних моделей систем і процесів. Класифікація та опис математичних моделей.	2			1
2	Математичні моделі на основі звичайних диференціальних рівнянь. Моделювання фізичних процесів за допомогою звичайних диференціальних рівнянь. Аналітичні та наближені методи розв'язання звичайних диференціальних рівнянь.	2			1
3	Моделювання коливальних процесів на основі точних методів розв'язання звичайних диференціальних рівнянь в програмних середовищах СКМ Maple, MATLAB.				2
4	Моделювання коливальних процесів на основі наближених методів розв'язання звичайних диференціальних рівнянь в програмних середовищах СКМ Maple, MATLAB.				2
5	Математичні моделі на основі систем звичайних диференціальних рівнянь.	2			1
6	Моделювання фізичних процесів, що описуються системами звичайних диференціальних рівнянь, в програмних середовищах СКМ Maple, MATLAB.				2
7	Математичні моделі на основі диференціальних рівнянь у частинних похідних. Рівняння математичної фізики та їх класифікація. Види граничних та крайових задач.	2			1

8	Математичні моделі на основі диференціальних рівнянь у частинних похідних еліптичного виду та методи їх розв'язання.	2			1
9	Моделювання стаціонарного розподілу температури в плоскій пластині на основі аналітичних методів розв'язання задачі Діріхле та Неймана в програмних середовищах СКМ Maple, MATLAB.			2	2
10	Моделювання стаціонарного розподілу напружень в стержнях з різними перерізами на основі аналітичних методів розв'язання задачі Діріхле та Неймана в програмних середовищах СКМ Maple, MATLAB.				2
11	Математичні моделі на основі диференціальних рівнянь у частинних похідних параболічного виду та методи їх розв'язання.	2			1
12	Моделювання термодинамічних процесів на основі розв'язання рівнянь параболічного виду методом Фур'є в програмних середовищах СКМ Maple, MATLAB.				2
13	Математичні моделі на основі диференціальних рівнянь у частинних похідних гіперболічного виду та методи їх розв'язання.	2			1
14	Моделювання хвильових процесів на основі розв'язання рівнянь гіперболічного виду методами д'Аламбера і Фур'є в програмних середовищах СКМ Maple, MATLAB.				2
15	Основи методу скінченних елементів і його застосування в інженерних розрахунках. Основні поняття методу скінченних елементів. Локальна та глобальна матриці жорсткості. Прогностична оцінка точності отримуваних розв'язків.	2			1
16	Види скінченних елементів. Їх апроксимаційні властивості, межі застосування.	2			2
17	Огляд програмного забезпечення, що реалізує метод скінченних елементів.	4			1
18	Моделювання стаціонарного температурного поля в плоскій пластині складної геометричної форми методом скінченних елементів в ПК ElCut.			2	2
19	Моделювання нестаціонарного розподілу температури в плоскій пластині складної геометричної форми методом скінченних елементів в ПК ElCut.			2	2
20	Чисельне моделювання напружено-деформованого стану деталей та конструкцій в середовищі Ansys Workbench.			2	4
21	Моделювання потоку рідин та газів в програмному модулі SolidWorks Flow Simulation.			2	4
22	Методи оптимізації. Лінійне програмування. Види задач лінійного програмування. Спеціалізовані програмні модулі для розв'язання задач лінійного програмування.	2			1
23	Розв'язання задач лінійного програмування за допомогою надбудови «Пошук розв'язків» табличного процесора Excel.			2	2
24	Основні задачі нелінійного програмування. Градієнтні методи та їх реалізація в табличному процесорі Excel. Спеціалізовані програмні модулі для розв'язання задач нелінійного програмування.	2			2

25	Розв'язання задач пошуку локальних екстремумів в задачах нелінійної оптимізації за допомогою спеціалізованих команд СКМ Maple.			2	2
26	Особливості реалізації методів багатопараметричної полімодальної оптимізації.	2			2
27	Розв'язання задач пошуку глобальних екстремумів в задачах нелінійної полімодальної оптимізації за допомогою спеціалізованого пакету Direct Search.				2
Разом годин		28	0	14	48

6. Графік самостійної роботи

№ з/п	Вид самостійної роботи	Год	Термін виконання	Форма та метод контролю
1	Самостійне опрацювання лекційного матеріалу за темою: «Поняття про математичне й комп'ютерне моделювання. Методи побудови математичних моделей систем і процесів. Класифікація та опис математичних моделей».	1	Лютий	Перевірка конспекту; відповіді на запитання з інтерактивної лекції на платформі LMS Moodle
2	Самостійне опрацювання лекційного матеріалу за темою: «Моделювання фізичних процесів за допомогою звичайних диференціальних рівнянь. Аналітичні та наближені методи розв'язання звичайних диференціальних рівнянь».	1	Березень	Перевірка конспекту; відповіді на запитання з інтерактивної лекції на платформі LMS Moodle
3	Самостійне опрацювання теми: «Моделювання коливальних процесів на основі точних методів розв'язання звичайних диференціальних рівнянь в програмних середовищах СКМ Maple, MATLAB», яка не викладається під час аудиторних занять.	2	Березень	Перевірка протоколу виконання практичної роботи та її захист
4	Самостійне опрацювання теми: «Моделювання коливальних процесів на основі наближених методів розв'язання звичайних диференціальних рівнянь в програмних середовищах СКМ Maple, MATLAB», яка не викладається під час аудиторних занять.	2	Березень	Перевірка протоколу виконання практичної роботи та її захист
5	Самостійне опрацювання лекційного матеріалу за темою: «Математичні моделі на основі систем звичайних диференціальних рівнянь».	1	Березень	Перевірка конспекту; відповіді на запитання з інтерактивної лекції на платформі LMS Moodle
6	Самостійне опрацювання теми: «Моделювання фізичних процесів, що описуються системами звичайних диференціальних рівнянь, в програмних середовищах СКМ Maple, MATLAB», яка не викладається під час аудиторних занять.	2	Березень	Перевірка протоколу виконання практичної роботи та її захист
7	Самостійне опрацювання лекційного матеріалу за темою: «Рівняння математичної фізики та їх класифікація. Види граничних та крайових задач».	1	Березень	Перевірка конспекту; відповіді на запитання з інтерактивної лекції на платформі LMS Moodle

8	Самостійне опрацювання лекційного матеріалу за темою: «Математичні моделі на основі диференціальних рівнянь у частинних похідних еліптичного виду та методи їх розв'язання».	1	Березень	Перевірка конспекту; відповіді на запитання з інтерактивної лекції на платформі LMS Moodle
9	Самостійна підготовка до практичного заняття з теми: «Моделювання стаціонарного розподілу температури в плоскій пластині на основі аналітичних методів розв'язання задачі Діріхле та Неймана в програмних середовищах СКМ Maple, MATLAB».	2	Березень	Перевірка протоколу виконання практичної роботи та її захист
10	Самостійне опрацювання теми: «Моделювання стаціонарного розподілу напружень в стержнях з різними перерізами на основі аналітичних методів розв'язання задачі Діріхле та Неймана в програмних середовищах СКМ Maple, MATLAB», яка не викладається під час аудиторних занять.	2	Березень	Перевірка протоколу виконання практичної роботи та її захист
11	Самостійне опрацювання лекційного матеріалу за темою: «Математичні моделі на основі диференціальних рівнянь у частинних похідних параболічного виду та методи їх розв'язання».	1	Квітень	Перевірка конспекту; відповіді на запитання з інтерактивної лекції на платформі LMS Moodle
12	Самостійне опрацювання теми: «Моделювання термодинамічних процесів на основі розв'язання рівнянь параболічного виду методом Фур'є в програмних середовищах СКМ Maple, MATLAB», яка не викладається під час аудиторних занять.	2	Квітень	Перевірка протоколу виконання практичної роботи та її захист
13	Самостійне опрацювання лекційного матеріалу за темою: «Математичні моделі на основі диференціальних рівнянь у частинних похідних гіперболічного виду та методи їх розв'язання».	1	Квітень	Перевірка конспекту; відповіді на запитання з інтерактивної лекції на платформі LMS Moodle
14	Самостійне опрацювання теми: «Моделювання хвильових процесів на основі розв'язання рівнянь гіперболічного виду методами д'Аламбера і Фур'є в програмних середовищах СКМ Maple, MATLAB», яка не викладається під час аудиторних занять.	2	Квітень	Перевірка протоколу виконання практичної роботи та її захист
15	Самостійне опрацювання лекційного матеріалу за темою: «Основні поняття методу скінченних елементів. Локальна та глобальна матриці жорсткості. Прогностична оцінка точності отримуваних розв'язків».	1	Квітень	Перевірка конспекту; відповіді на запитання з інтерактивної лекції на платформі LMS Moodle
16	Самостійне опрацювання лекційного матеріалу за темою: «Види скінченних елементів. Їх апроксимаційні властивості, межі застосування».	2	Квітень	Перевірка конспекту; відповіді на запитання з інтерактивної лекції на платформі LMS Moodle
17	Самостійне опрацювання лекційного матеріалу за темою: «Огляд програмного забезпечення, що реалізує метод скінченних елементів».	1	Травень	Перевірка конспекту; відповіді на запитання з інтерактивної лекції на платформі LMS Moodle

18	Самостійна підготовка до практичного заняття з теми: «Моделювання стаціонарного температурного поля в плоскій пластині складної геометричної форми методом скінченних елементів в ПК ElCut» та виконання завдань».	2	Травень	Перевірка протоколу виконання практичної роботи та її захист
19	Самостійна підготовка до практичного заняття з теми: «Моделювання нестационарного розподілу температури в плоскій пластині складної геометричної форми методом скінченних елементів в ПК ElCut».	2	Травень	Перевірка протоколу виконання практичної роботи та її захист
20	Самостійна підготовка до практичного заняття з теми: «Чисельне моделювання напружено-деформованого стану деталей та конструкцій в середовищі Ansys Workbench».	4	Травень	Перевірка протоколу виконання практичної роботи та її захист
21	Самостійна підготовка до практичного заняття з теми: «Моделювання потоку рідин та газів в програмному модулі SolidWorks Flow Simulation».	4	Травень	Перевірка протоколу виконання практичної роботи та її захист
22	Самостійне опрацювання лекційного матеріалу за темою: «Лінійне програмування. Види задач лінійного програмування. Спеціалізовані програмні модулі для розв'язання задач лінійного програмування».	1	Травень	Перевірка конспекту; відповіді на запитання з інтерактивної лекції на платформі LMS Moodle
23	Самостійна підготовка до практичного заняття з теми: «Розв'язання задач лінійного програмування за допомогою надбудови «Пошук розв'язків» табличного процесора Excel».	2	Травень	Перевірка протоколу виконання практичної роботи та її захист
24	Самостійне опрацювання лекційного матеріалу за темою: «Основні задачі нелінійного програмування. Градієнтні методи та їх реалізація в табличному процесорі Excel. Спеціалізовані програмні модулі для розв'язання задач нелінійного програмування».	2	Травень	Перевірка конспекту; відповіді на запитання з інтерактивної лекції на платформі LMS Moodle
25	Самостійна підготовка до практичного заняття з теми: «Розв'язання задач пошуку локальних екстремумів в задачах нелінійної оптимізації за допомогою спеціалізованих команд СКМ Maple».	2	Травень	Перевірка протоколу виконання практичної роботи та її захист
26	Самостійне опрацювання лекційного матеріалу за темою: «Особливості реалізації методів багатопараметричної полімодальної оптимізації».	2	Травень	Перевірка конспекту; відповіді на запитання з інтерактивної лекції на платформі LMS Moodle
27	Самостійне опрацювання теми: Розв'язання задач пошуку глобальних екстремумів в задачах нелінійної полімодальної оптимізації за допомогою спеціалізованого пакету Direct Search», яка не викладається під час аудиторних занять.	2	Травень	Перевірка протоколу виконання практичної роботи та її захист
Разом		48	–	–

7. Рекомендована література

Основна література:

1. Арутюнян Н. Х., Абрамян Б. Л. Кручение упругих тел. М.: Физматгиз, 1963. 686 с.
2. Аттетков А. В., Галкин С. В., Зарубин В. С. Методы оптимизации. М.: издательство МГТУ им. Баумана, 2003. 440 с.
3. Бабаков И. М. Теория колебаний. М. Наука, 1968. 560 с
4. Березин И. С., Жидков Н. А. Методы вычислений. Т. 1. М.: Наука, 1966. 632 с.
5. Бидерман В. Л. Прикладная теория механических колебаний. М: Высшая школа, 1972, 416 с.
6. Владимиров В.С. Уравнения математической физики. М.: Наука, 1981. 512 с.
7. Галлагер Р. Метод конечных элементов. Основы. М.: Мир, 1984. 428 с.
8. Гончаров В. Л. Теория интерполирования и приближения функций. М.: Гостехиздат, 1954. 358 с.
9. Зарубин В. С. Математическое моделирование в технике. М.: издательство МГТУ им. Баумана, 2003. 496 с.
10. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике. М.: Мир, 1975. 541 с.
11. Зенкевич О., Морган К. Конечные элементы и аппроксимация. М.: Мир, 1986. 318 с.
12. Комеч А.И. Практическое решение уравнений математической физики. М.: Изд-во МГУ, 1986. 160 с.
13. Коннор Дж., Бреббиа К. Метод конечных элементов в механике жидкости. М.: Судостроение, 1979. 246 с.
14. Корнеев В. Г. Схемы метода конечных элементов высоких порядков точности. Л.: изд-во Лен. ун-та, 1977. 208 с.
15. Кошляков Н.С., Глинер Э.Б., Смирнов М.М. Уравнения в частных производных математической физики. М.: Высшая школа, 1970. 712 с.
16. Ляшенко И. Н. Линейное и нелинейное программирование. К.: Вища школа, 1975. 456 с.
17. Марчук Г. И. Методы вычислительной математики. М.: Наука, 1977. 456 с.
18. Марчук Г. И. Методы вычислительной математики. М.: Наука, 1977. 456 с.
19. Митчелл Э., Уэйт Р. Метод конечных элементов для уравнений с частными производными. М.: Мир, 1981. 216 с.
20. Молчанов И. Н., Николенко Л. Д. Основы метода конечных элементов. К.: Наукова думка, 1989. 272 с.
21. Норри Д., де Фриз Ж. Введение в метод конечных элементов: Пер. с англ. М.: Мир, 1981. 304 с.
22. Оден Дж. Конечные элементы в нелинейной механике сплошных сред. М.: Мир, 1976. 464 с.
23. Пановко Я. Г. Основы прикладной теории колебаний и удара. Л.: Машиностроение, 1976, 320 с.
24. Пановко Я. Г., Губанова И. И. Устойчивость и колебания упругих систем. М.: Наука, 1979. 384 с.
25. Перестюк М.О., Маринець В.В. Теорія рівнянь математичної фізики. К.: Либідь, 2001. 334 с.
26. Петровский И.Г. Лекции об уравнениях с частными производными. М.: Физматгиз, 1961. 400 с.
27. Стренг Г., Фикс Дж. Теория метода конечных элементов: Пер. с англ. М.: Мир, 1977. 350 с.
28. Сьярле Ф. Метод конечных элементов для эллиптических задач. М.: Мир, 1980. 512 с.

29. Тарасик В. П. Математическое моделирование технических систем. Минск: Издательство «Дизайн ПРО», 2004. 640 с.
30. Тимошенко С. П. Колебания в инженерном деле. М.: Наука, 1967. 444 с.
31. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. М.: Наука, 1966. 724 с.
32. Флетчер К. Численные методы на основе метода Галеркина. М.: Мир, 1980. 352 с.
33. Шабров Н. Н. МКЭ в расчетах деталей тепловых двигателей. Л.: Машиностроение, 1983. 212 с.
34. Adby P. Introduction to Optimization Methods. London: Chapman and Hall, 1975.
35. Bender Edward A. An Introduction to Mathematical Modeling (Dover Books on Computer Science). Mineola, New York: Dover Publications, INC, 2000. 272 с.
36. Fletcher R. Practical Methods of Optimization. New Jersey: John Wiley & Sons, 2000. 450 p.
37. Heinz, Stefan. Mathematical Modeling. Springer Science & Business Media, 2011. 460 p.
38. Singiresu Rao. The Finite Element Method in Engineering. Elsevier. 2005. 686 p.
39. Swanson C. A. Comparison and Oscillation Theory of Linear Differential Equations. New York: Academic Press, 1968. 236 p.
40. Velten Kai. Mathematical Modeling and Simulation: Introduction for Scientists and Engineers. New Jersey: Wiley-VCH, 2009 362 с.
41. Wenyu Sun, Ya-Xiang Yuan. Optimization Theory and Methods. Berlin: Springer, 2006. 688 p.
42. Yoshida Norio. Oscillation Theory of Partial Differential Equations. World Scientific, 2008. 340 p.
43. Zhu Bofang. The Finite Element Method: Fundamentals and Applications in Civil, Hydraulic, Mechanical and Aeronautical Engineering. New Jersey: John Wiley & Sons, 2018.

Додаткова література:

44. Барвінський А. Ф., Олексів І. Я., Крупка З. І. та ін. Математичне програмування: Навчальний посібник. Львів: Національний університет «Львівська політехніка» (Інформаційно-видавничий центр «Інтелект+» Інститут післядипломної освіти) «Інтелект – Захід», 2004. 448 с.
45. Бех О. В., Городня Т. А., Щербак А. Ф. Математичне програмування: Навчальний посібник. Львів: «Магнолія 2006», 2007. 200 с.
46. Бех О. В., Городня Т. А., Щербак А. Ф. Збірник задач з математичного програмування : Навчальний посібник. Львів: «Магнолія 2006», 2007. 200 с.
47. Бицадзе А.В., Калиниченко Б.Ф. Сборник задач по уравнениям математической физики. М.: Наука, 1977. 224 с.
48. Будак Б.М., Самарский А.А., Тихонов А.Н. Сборник задач по математической физике. М.: Наука, 1980. 668 с.
49. Вітлінський В. В., Наконечний С. І., Терещенко Т. О. Математичне програмування: Навч.-метод. посібник для самоствивч. дисц. К.: КНЕУ, 2001. 248 с.
50. Григорків В. С., Григорків М.В. Оптимізаційні методи та моделі. Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2016. 400 с.
51. Данциг Дж. Линейное программирование, его применения и обобщения. Пер. с англ. Г.Н. Андрианова и др. Общ. ред. Н.Н. Воробьева. М.: Прогресс, 1966. 600 с
52. Демидович Б. П., Марон И. А., Шувалова Э. З. Численные методы анализа. М.: Наука, 1967. 368 с.
53. Демидович Б. П., Марон И. А., Шувалова Э. З. Численные методы анализа. М.: Наука, 1967. 368 с.

54. Еременко С. Ю. Методы конечных элементов в механике деформируемых твердых тел. Харьков: Основа, 1991. 272 с.
55. Єчкало Ю. В. Використання сучасних інформаційних технологій при вивченні механічних коливань. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія: Педагогічна.* 2005. № 11. С. 198–202. DOI: https://doi.org/10.32626/2307-4507.2005-11.198-202_099968
56. Каплун А. Б., Морозов Е. М., Олферьева М. А. ANSYS в руках инженера: Практическое руководство. М.: Едиториал УРСС, 2003. 272 с.
57. Крилик Л. В., Богач І. В., Прокопова М. О. Обчислювальна математика. Інтерполяція та апроксимація табличних даних: навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2013. 111 с.
58. Кучма М. І. Математичне програмування : приклади і задачі : Навчальний посібник. Львів: «Новий Світ-2000», 2007. 344 с.
59. Мазаракі А. А., Толбатов Ю. А. Математичне програмування в Excel: Навч. посібник. К.: Четверта хвиля, 1998. 208 с.
60. Наконечний С. І., Савіна С. С. Математичне програмування: Навчальний посібник. К.: КНЕУ, 2003. 452 с.
61. Прохоренко В.П. SolidWorks / Практическое руководство. М.: ООО, "Бином-Пресс", 2004. 448 с.
62. Сегерлинд Л. Применение метода конечных элементов. М.: Мир, 1979. 392 с.
63. Секулович М. Метод конечных элементов. М.: Стройиздат, 1993. 664 с.
64. Сильвестр П., Феррари Р. Метод конечных элементов для радиоинженеров и инженеров-электриков: Пер. с англ. М.: Мир, 1986. 229 с.
65. Смирнов М.М. Задачи по уравнениям математической физики. М.: Наука, 1968. 112 с.
66. Тимошенко С. П., Янг Д. Х., Уивер У. Колебания в инженерном деле. Пер. с англ. Л. Г. Корнейчука. Под ред. Э. И. Григолюка. М.: Машиностроение, 1985. 427 с.
67. Чигарев А. В., Кравчук А. С., Смалюк А. Ф. ANSYS для инженеров: Справочное пособие. М.: Машиностроение-1, 2004. 512 с.
68. Шайдуров В. В. Многосеточные методы конечных элементов. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит, 1989. 288 с.
69. Шимкович Д.Г. Расчет конструкций в MSC/NASTRAN for Windows. М.: ДМК Пресс, 2001. 448 с.
70. Шутц Б. Геометрические методы математической физики. Волгоград: Платон, 1995. 303 с.
71. Shampine L. F., Corless R. M. Initial Value Problems for ODEs in Problem Solving Environments. *J. Comp. Appl. Math*, 2000. Vol. 125. Issue 1–2. P. 31–40.

Інтернет-джерела:

72. A high level multiphysics finite element software. URL: <https://freefem.org/>
73. Examples for Finite Element Method. URL: <https://dictionary.cambridge.org/ru/%D1%81%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%80%D1%8C/%D0%B0%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9/finite-element-method>
74. Gebreselasie Daniel. Mechanics and Oscillations. URL: <https://bookboon.com/en/university-physics-i-notes-and-exercises-ebook>
75. Introduction to Finite Element Analysis. URL: <https://www.open.edu/openlearn/science-maths-technology/introduction-finite-element-analysis/content-section-1.5>
76. Jones D. S. Electrical and Mechanical Oscillations. URL: <https://www.abebooks.co.uk/book-search/title/electrical-and-mechanical-oscillations/author/d-s-jones/>

77. Kovaleva Agnessa. Optimal Control of Mechanical Oscillations. URL: https://books.google.com.ua/books/about/Optimal_Control_of_Mechanical_Oscillatio.html?id=OMDqCAAAQBAJ&redir_esc=y
78. Optimization Method. URL: <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/optimization-method>
79. Optimization Theory, Methods, and Applications in Engineering. URL: <https://www.hindawi.com/journals/mpe/2014/319418/>
80. Stone Michael. Methods of Mathematical Physics I. URL: <https://www.mobt3ath.com/uploade/book/book-20264.pdf>
81. Symes William W. Partial Differential Equations of Mathematical Physics. URL: [https://www.freebookcentre.net/physics-books-download/Partial-Differential-Equations-of-Mathematical-Physics-\(PDF-105p\).html](https://www.freebookcentre.net/physics-books-download/Partial-Differential-Equations-of-Mathematical-Physics-(PDF-105p).html)

8. Контроль і оцінка результатів навчання

Планується проведення поточного контролю під час аудиторних занять у вигляді опитування, тестового завдання з метою закріплення і оцінки освоєння кожної пройдені теми; контроль якості виконання завдань самостійної роботи; два рубіжних контролю у формі тестування. Передбачено підсумковий контроль у формі екзамену.

Елементи навчальної діяльності	Кількість занять	Максимальний бал за вид роботи	Всього за семестр, бали
Активність роботи на лекціях, ведення конспекту лекцій	14	1	14
Виконання практичних робіт та захист їх протоколів	7	5	35
Виконання індивідуальних завдань з тем, які винесені на самостійне опанування	7	5	35
Пройдення тесту на платформі LMS Moodle	2	8	16
Всього максимум за семестр			100

Заохочувальні бали (наукова робота):

Підготовка статті до публікації в науковому виданні з використанням опанованих методів комп'ютерного моделювання	1	10	10
Написання реферату	1	3	3
Підготовка презентацій	1	3	3
Всього максимум за семестр			16

9. Політика навчальної дисципліни

Політика щодо академічної доброчесності. Академічна доброчесність здобувачів наукового ступеня є важливою умовою для опанування результатами навчання за дисципліною і отримання задовільної оцінки з поточного та підсумкового контролів. Академічна доброчесність базується на засудженні практик списування (виконання письмових робіт із залученням зовнішніх джерел інформації, крім дозволених для використання), плагіату (відтворення опублікованих текстів інших авторів без зазначення авторства), фабрикації (вигадування даних чи фактів, що використовуються в освітньому процесі). Під час виконання індивідуальних завдань здобувачі наукового ступеня повинні керуватися нормами законодавства України щодо академічної доброчесності, Положенням про академічну доброчесність та етику академічних взаємовідносин в ХДМА СМЯ 04-160-2020 та інших нормативних документів.

У разі порушення здобувачем наукового ступеня академічної доброчесності (спливання, плагіат, фабрикація), робота оцінюється незадовільно та має бути виконана повторно. При цьому викладач залишає за собою право змінити тему завдання.

Комунікаційна політика. Здобувачі наукового ступеня повинні мати активовану корпоративну пошту. Обов'язком здобувача вищої освіти є перевірка один раз на тиждень корпоративної поштової скриньки та відвідування курсу на платформі LMS Moodle. Протягом тижнів самостійної/дистанційної роботи обов'язком здобувача вищої освіти є робота з дистанційним курсом «Комп'ютерне моделювання систем та процесів судових енергетичних систем і комплексів» (<https://mdl.ksma.ks.ua/course/view.php?id=3309>). Усі письмові запитання до викладачів стосовно курсу мають надсилатися на корпоративну електронну пошту або задаватися в чаті курсу.

Політика щодо перескладання. Роботи, які здаються з порушенням термінів без поважних причин оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання відбувається з дозволу викладача за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

Пропуски лекційних занять з будь-яких причин потребують від здобувача наукового ступеня самостійного опанування теоретичного матеріалу, оволодіння яким він повинен продемонструвати під час семестрових консультацій. Пропуски практичних робіт потребують їх попереднього самостійного відпрацювання з подальшим захистом шляхом демонстрації оволодіння відповідними знаннями, уміннями та навичками.

Здобувачі наукового ступеня, які навчаються за індивідуальним графіком, самостійно опановують теоретичний матеріал та демонструють оволодіння ним під час семестрових консультацій. Також підлягають перевірці самостійно виконанні завдання з практичних занять.

Відвідування занять. Для здобувачів наукового ступеня очної форми відвідування аудиторних занять є обов'язковим. Поважними причинами для неявки на заняття є хвороба, участь в наукових або громадських заходах, відрядження, які необхідно підтверджувати відповідними документами.

Про відсутність на занятті та причини відсутності здобувач наукового ступеня має повідомити викладача напередодні. За наявності у здобувача наукового ступеня ознак інфекційних хвороб, рекомендовано залишатися вдома і навчатися за допомогою дистанційної платформи. Здобувачу наукового ступеня, чий стан здоров'я є незадовільним і може вплинути на здоров'я інших учасників освітнього процесу, буде пропонуватися залишити заняття (така відсутність вважатиметься пропуском з причини хвороби).

Аудиторні заняття не проводяться повторно. За об'єктивних причин (наприклад, міжнародна мобільність, карантинні заходи тощо) навчання може відбуватись дистанційно (в online форматі).

Під час проведення усіх форм занять здобувачі наукового ступеня повинні дотримуватися правил внутрішнього розпорядку встановлених у ХДМА.

Політика щодо оскарження результатів оцінювання. Якщо здобувач наукового ступеня не згоден з оцінюванням його знань, він може оскаржити виставлену викладачем оцінку у встановленому порядку.