

Міністерство освіти і науки України

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра «Вищої математики та системного аналізу» № 405
(назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Голова НМК № 1


(підпис)

М.А. Шевцова
(ініціали та прізвище)

«30» 08 2019 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОBOB'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Спеціальні розділи вищої математики
(назва навчальної дисципліни)

Галузі знань: 14 «Електрична інженерія»,
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальності: 144 «Теплоенергетика
(шифр і назва спеціальності)

Освітні програми: Енергетичний менеджмент, Теплофізика
(найменування освітніх програм)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: другий(магістерський)

Харків 2019

Робоча програма «Спеціальні розділи вищої математики» для студентів спеціальностей:

144 «Теплоенергетика» та **освітніх програм**: енергетичний менеджмент, теплофізика

« 25 » травня 2019 р. - 10 с.

Розробники: В.А.Ванін, професор кафедри вищої математики та системного аналізу,



(підпис)

В.А.Ванін

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри вищої математики та системного аналізу

Протокол № 11 від « 19 » червня 2019 р.

Завідувач кафедри: д.фіз.-мат.н, професор
(науковий ступінь та вчене звання)



(підпис)

О.Г.Ніколаєв
(ініціали та прізвище)

Ухвалено науково-методичною комісією Національного аерокосмічного університету ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» з галузей знань «Електрична інженерія»
(НМК № 1)

Протокол № 1 від «30» серпня 2019 р.

Голова НМК № 1
к.т.н., доцент
(науковий ступінь та вчене звання)



(підпис)

М. А. Шевцова
(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 3,5	<p>Галузі знань: <u>14 «Електрична інженерія»,</u></p> <p>Спеціальності: <u>144 «Теплоенергетика»,</u></p> <p>Освітні програми: енергетичний менеджмент, теплофізика</p> <p>Рівень вищої освіти: <u>другий(магістерський)</u></p>	Цикл професійної підготовки
Кількість модулів – 2		Навчальний рік
Кількість змістових модулів – 2		
Індивідуальне науково-дослідне завдання: -		Семестр
Загальна кількість годин – 105		2-ой
Кількість семестрових годин для денної форми навчання		Лекції
Семестр 2		24 годин
		Практичні
		8 годин
		Лабораторні
-	-	Самостійна робота
Аудиторних - 32 год.	Самостійні роботи – 73 год.	73 годин
		Індивідуальна робота
		-
		Вид контролю
		іспит

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 32/73.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення: вивчення, та застосування на практиці фундаментальних та обчислювальних математичних структур, які моделюють теплофізичні, аерогідродинамічні процеси в теплоенергетичному обладнанні різноманітного призначення

Завдання: вивчення математичних величин, теорій, методів, які в явищах, процесах, тілах дають можливість досліджувати найбільш загальні властивості, абстрагуючись від тих властивостей, які не мають суттєвого значення.

Міждисциплінарні зв'язки: вища математика, фізика, теплофізика, теоретична механіка обчислювальна математика, програмування та ін.

Результати навчання:

- 1.Знати особливості процесів переносу, дифузії, випромінювання в задачах теплофізики;
- 2.Знати методи математичного моделювання фізичних задач;
- 3.Знати методи чисельного дослідження задач тепломасопереносу;
- 4.Знати та уміти використовуватиметоди та пакети для графічного аналізу отриманих результатів;
- 5.Уміти застосовувати математичний апарат при дослідженні математичних моделей процесів тепломасопереносу
- 6.Уміти застосовувати в навчальному процесі і науково – дослідницькій діяльності;
- 7.Уміти визначати межу можливих застосувань математичних методів;
8. Уміти досліджувати питання коректності постановки задач і існування розв'язків;

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1

Змістовий модуль 1. Математичні моделі руху рідини та газу із теплообміном

Тема 1. Вступ до дисципліни Спеціальні розділи математики і механіки.

Предмет вивчення і задачі дисципліни «Спеціальні розділи математики і механіки». Основні історичні етапи розвитку.

Тема .2 Математичні моделі руху рідини та газу .

Основні закони руху рідини та газу (закон збереження маси, імпульсу і енергії). Рівняння Ейлера, Нав'є-Стокса, Рейнольдса. Дівергентна та характеристична форми рівнянь газової динаміки в декартовій системі координат Моделі турбулентності. Основні поняття та математичні моделі ($\kappa - \varepsilon$, $\kappa - \omega$, AS,

Mentor). Основні задачі газової динаміки. Граничні та початкові умови. Характеристики. Співвідношення на характеристиках.

Тема 3. Нелінійні рівняння. Утворення розривів та співвідношення на них.

Нелінійне рівняння переносу. Механізм утворення розривів. Слабкий розв'язок задачі. Розв'язки з розривами. Співвідношення на розривах. Параболічне та гіперболічне рівняння теплопровідності. Розриви в ідеальному газі. Співвідношення на розривах. Адіабата Гюгонію. Розпад довільного розриву.

Модуль 2

Змістовий модуль 2. Обчислювальні (різницеві) методи в аерогідродинаміці та теплофізиці

Тема 1 Різницеві методи в аерогідродинаміці та теплофізиці

Основні властивості різницевих схем (апроксимація, стійкість, збіжність). Методи побудови різницевих схем (безпосередній, метод невизначених коефіцієнтів). Умовна та безумовна апроксимація. Умова Куранта-Фрідрікса-Леві (КФЛ). Методи побудови різницевих схем (інтегроінтерполяційний, варіаційний). Спектральна прикмета. Основні засоби дослідження стійкості розв'язків різницевих схем. Схемна в'язкість. Принцип заморожених коефіцієнтів. Диференціальне представлення різницевої схеми. Г і П-форми диференціальних наближень. Вплив граничних умов на стійкість розв'язку різницевої схеми. Диференційне наближення різницевих схем та їх зв'язок з стійкістю. Дисипація (дифузія), дисперсія різницевих схем.

Тема 2. Методи розщеплення

Дивергентні різницеві схеми. Поняття про схеми розщеплення. Схеми розщеплення в багатовимірних задачах. Економічні різницеві схеми. Метод прогонки. Розв'язок еліптичних задач методом стабілізації. Принцип максимуму. Метод стабілізації. Аналіз різницевих схем (явні, неявні, схеми змінних напрямів). Схема С.К.Годунова. Інтегрування зі змінним кроком. Поліноми Чебишова. Метод Річардсона. Інтегрування зі змінним кроком. Метод Дугласа-Рекфорда. Метод Дугласа-Гана. Метод Саульєва. Методи розщеплення на основі неявних схем першого порядку точності. Схема Кранка-Ніколсон. Лема Келлога. Метод покомпонентного розщеплення на основі схеми Кранка – Ніколсон. Випадок $A = A_1 + A_2$.. Параметризовані схеми розщеплення. Локально-одновимірні схеми розщеплення для рівнянь теплопровідності. Метод двоциклічного покомпонентного розщеплення.. Метод точної факторизації для чисельного дослідження гіперболічних систем рівнянь Факторизовані схеми $\frac{\partial f}{\partial t} + \mathbf{V} \frac{\partial f}{\partial x} = 0$, $\frac{\delta_{\tau}^+}{\tau} f + \mathbf{V} \langle \frac{\partial f}{\partial x} \rangle [f + \alpha \delta_{\tau}^+ f] = 0$. Схеми точної факторизації.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістовних модулів і тем	Кількість годин
--------------------------------	-----------------

1	Усього 2	У тому числі			
		л 3	п 4	лаб. 5	с. р. 6
Семестр 2					
Модуль 1					
Змістовий модуль 1. Математичні моделі руху рідини та газу із теплообміном					
Тема 1. Вступ до дисципліни Спеціальні розділи математики і механіки	2	1	-	-	1
Тема 2. Математичні моделі руху рідини та газу	29	9	2	-	18
Тема 3. Нелінійні рівняння. Утворення розривів та співвідношення на них.	24	4	2		18
Модульний контроль		-		-	-
Разом за змістовним модулем 1	55	14	4	-	37
Модуль 2					
Змістовий модуль 2. Обчислювальні (різницеві) методи в аерогідродинаміці та теплофізиці					
Тема 1. Різницеві методи в аеро гідродинаміці та теплофізиці	26	6	2	-	18
Тема 2. Методи розщеплення	24	4	2	-	18
Разом за змістовним модулем 2	50	10	4		36
Семестровий контроль: іспит (проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування та за наявності допуску)					
Усього годин з дисципліни	105	24	8	-	73

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.		
2.		

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кільк. год.
1	2	3
2 семестр		
1.	Математичні моделі руху рідини та газу	2
2.	Нелінійні рівняння. Утворення розривів та співвідношення на них.	2
3.	Різницеві методи в аеро гідродинаміці та теплофізиці	2
4.	Методи розщеплення	2
	Разом	8

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.		

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кільк. годин
1	2	3
1	Вступ до дисципліни Спеціальні розділи математики і механіки[1,8, Д1,Д2]	1
2.	Математичні моделі руху рідини та газу [2;3,7,9,11,Д3].	18
3.	Нелінійні рівняння. Утворення розривів та співвідношення на них [5,6;10,Д6].	18
4.	Різницеві методи в аеро гідродинаміці та теплофізиці [5,6,Д4,Д5,Д8,Д10,Д11].	18
5.	Методи розщеплення [4;10,Д7;].	18
6.	Індивідуальне завдання	
	Разом	73

9. Індивідуальні завдання

Виконання розрахункової роботи «Одновимірна нестала та нелінійна течія рідини із теплообміном».

10.Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники), програмування, комп'ютерний клас.

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю у вигляді тестів, усної задачі індивідуальних робіт, письмового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді семестрового контролю: іспит (проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування та за наявності допуску).

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

12.1. Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

(*) Якщо кількість модульних балів у студента перевищує 100, то в якості підсумкової оцінки виставляється 100 балів.

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...3	10	0...30
Робота на практич-	0...4	2	0...8

них заняттях			
Самостійна робота	0...0.5	36	0...18
Модульний контроль			
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...3	9	0...27
Робота на практичних заняттях	0...4	2	0...8
Самостійна робота	0...0.5	36	0...18
Модульний контроль			
Виконання та захист розрахункової роботи			
Всього за семестр(*)			0...109

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування та за наявності допуску до іспиту. При складанні семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з двох теоретичних та трьох практичних завдань. За кожне теоретичне питання та практичне завдання студент може отримати до 20 балів. Максимальна сума всіх балів – 100.

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

знати:

- векторну алгебру і аналітичну геометрію;
- матричне числення і методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь;
- методи диференціального і інтегрального числення функцій однієї і кількох незалежних змінних;
- методи розв'язання диференціальних рівнянь;
- методи дослідження числових і функціональних рядів, рядів Фур'є;
- математичні моделі складних процесів тепломасопереносу;
- чисельні методи (різницеві та методи Гальоркіна)

Необхідний обсяг умінь для одержання позитивної оцінки:

уміти:

- застосовувати математичний апарат в навчальному процесі і науково-дослідницькій діяльності;
- визначати межу можливих застосувань математичних методів;
- виконувати чисельне дослідження математичних моделей процесів тепломасопереносу
- досліджувати питання коректності постановки задач та існування розв'язків.

12.3. Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Показати мінімум знань та умінь. Захистити всі індивідуальні завдання. Знати Основні рівняння руху матеріальної точки, системи точок, твердого тіла, рідини та газу. Основні різницеві схеми для одновимірного рівняння переносу, теплопровідності та коливань

Добре (75-89). Твердо знати фізичні особливості руху твердого тіла та рідини, газу. Уміти побудувати різницевий аналог для одновимірної нестационарної системи рівнянь гідродинаміки із теплопровідністю. Виконувати аналіз порядку апроксимації та стійкості різницевої схеми для модельних задач.

Відмінно (90-100). Виконати розрахунки із використанням математичної моделі Бюргерса для вязкої течії. Уміти виконати дослідження двовимірного нестационарного лінійного рівняння переносу різницевим методом із розщепленням по координатах.

Курсову роботу не передбачено навчальним планом.

Протягом семестру студент отримує бали за накопичувальною системою згідно з таблицею наведеною в п. 12.1.

Самостійна робота – 18 бал ставиться студенту за виконання домашнього завдання разом з його захистом.

Індивідуальне завдання включає виконання та захист розрахункової роботи за темами, означеними в назві роботи.

Модульний контроль проводиться на 8 і 16 тижнях на практичних заняттях.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

13. Рекомендована література

Базова

1. Самарский А.А., Вабищевич П.Н. Вычислительная теплопередача.- М.:Едиториал УРСС, 2003.-784 с.
2. Сиковский Д.Ф. Методы вычислительной теплопередачи: Учеб. пособие/ Новосиб. Гос. Ун-т. Новосибирск, 2011.-121 с.
3. Ковеня В.М., Яненко Н.Н. Метод расщепления в задачах газовой динамики.- М.: Наука.- 1981.-304 с.
4. Годунов С.К. и др. Численное решение многомерных задач газовой динамики.- М.: Наука.- 1977.-400 с.
5. Карамышев В.Б. Монотонные схемы и их применение в газовой динамике. Учебное пособие.-Новосибирск.-1984.-100 с.
6. Оран Э., Борис Дж. Численное моделирование реагирующих потоков.- М.: Мир.-1990.-660с.
7. Рождественский Б. Л., Яненко Н. Н. Системы квазилинейных уравнений и их приложения к газовой динамике. - М.: Наука. - 1978. – 688 с.
8. Волосевич П. П., Леванов Е. И. Автомодельные решения задач газовой динамики и теплопереноса. М.: Из-во МФТИ.-1997.-240с.
9. Ванін В. А., Миргород Ю.И. Різницеві схеми для одновимірних нестационарних рівнянь газової динаміки. Навчальний посібник.-Харків: Харківський інститут ВПС.-2002.-46с.
10. Ванін В.А. Математичні моделі та чисельні методи в задачах механіки суцільного середовища.-Навчально-методичний посібник. Харків. Вид.центр НТУ «ХП».-2019.-205с.

Допоміжна

1. Беклемишев Д.В. Курс аналитической геометрии и линейной алгебры. - М.: Наука, 1985.
2. Брисіна І.В., Головченко О.В., Кошовий Г.І., Ніколаєв О.Г. та ін. Практичний курс вищої математики в чотирьох книгах: Навч. посібник для ВУЗів. – Харків: Нац. аерокос. ун-т „Харк. авіац. ін-т”, 2004.
3. Фарлоу С. Уравнения с частными производными для научных работников. М.: Наука, 1972.
4. Флетчер К. Вычислительные методы в динамике жидкостей. - М.: Мир. - 1991. - т.1 - 2. – 1056 с.
5. Андерсон Д., Таннехилл Дж., Плетчер Р. Вычислительная гидромеханика и теплообмен. - М.: Мир. – 1991. - т.1 - 2. 723 с.
6. Атанов Г.А. Основы одномерной нестационарной газодинамики.- Киев: Вища школа.-1979.-184с.
7. Марчук Г.И. Методы расщепления.-М.: Наука.-1988.-264с.
8. Шокин Ю.И., Яненко Н.Н. Метод дифференциального приближения. Применение к газовой динамике.-Новосибирск.-1985.-365с.
9. Годунов С.К. Уравнения математической физики.- М.: Наука.-1971.-416с.

10. Годунов С.К., Рябенский В.С. Разностные схемы. -М.: Наука.-1977.-440с.
11. Пирумов У.Г., Росляков Г.С. Численные методы газовой динамики. - М.: Высш. школа.-1987.-232с.

Інформаційні ресурси

Сайт кафедри k405@khai.edu