

**ГОУ ВПО Российско-Армянский (Славянский)
университет**

Утверждено
Директор Института Математики и Информатики
Арамян Р.Г.



«21» марта 2025, протокол № 9.1

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины: Методы конечных элементов

Автор: канд. физ.-мат. наук, доцент Арутюнян Камо Вагаршакович

Направление подготовки: 01.04.02 Прикладная математика и информатика

Наименование образовательной программы: Искусственный интеллект и машинное обучение (Artificial Intelligence and Machine Learning)

1. АННОТАЦИЯ

1.1. Краткое описание содержания данной дисциплины

Методы конечных элементов (МКЭ) представляют собой современный и наиболее эффективный способ решения краевых задач математической физики. Цель курса "МКЭ" заключается в изучении основных принципов метода и его применении для решения практических задач. Курс "МКЭ" рассматривается как логическое продолжение предметов "Дифференциальные уравнения", "Уравнения математической физики" и "Численные методы".

1.2. Трудоемкость в академических кредитах и часах, формы итогового контроля

Трудоемкость курса составляет 5 академических кредитов, что эквивалентно 180 часам (1 академический кредит равен 36 часам). Итоговый контроль будет проведен в форме экзамена.

1.3. Результаты освоения программы дисциплины:

Код компетенции	Наименование компетенции	Код индикатора достижения компетенций	Наименование индикатора достижений компетенций
УК-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1	Знать методы управления проектами, включая планирование, исполнение, контроль и завершение проектов
		УК-2.2	Уметь координировать различные этапы проекта, обеспечивая соблюдение сроков и качества выполнения
		УК-2.3	Владеть умениями по эффективному руководству проектными командами и решению конфликтных

			ситуаций на всех этапах реализации проекта
ПК-2	Способностью разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач	ПК-2.1	Знать теоретические основы и концептуальные модели в научных исследованиях
		ПК-2.2	Уметь анализировать и разрабатывать концептуальные и теоретические модели для проектной и производственной деятельности
		ПК-2.3	Владеть глубоким пониманием теоретических подходов и их практического применения в создании новых исследовательских проектов

2. УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

2.1. Цели и задачи дисциплины

Цели дисциплины:

Освоение студентами теоретических основ и практических навыков применения метода конечных элементов.

Подготовка к решению сложных инженерных и физических задач с использованием МКЭ.

Задачи дисциплины:

Изучение математических основ и алгоритмических подходов метода конечных элементов.

Применение МКЭ в различных областях, таких как структурный анализ, теплопередача и динамика жидкости.

Развитие навыков программирования и использования специализированного программного обеспечения для реализации МКЭ.

Интеграция знаний из предшествующих курсов по математике и физике для комплексного анализа инженерных задач.

2.2. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы (в академических часах и зачетных единицах) *(удалить строки, которые не будут применены в рамках дисциплины)*

Виды учебной работы	Всего, в акад. часах	Распределение по семестрам					
		— сем	— сем	3 — сем	— сем.	— сем	— сем.
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Общая трудоемкость изучения дисциплины по семестрам, в т. ч.:	32			32			
1.1. Аудиторные занятия, в т. ч.:	32			32			
1.1.1. Лекции							
1.1.2. Практические занятия, в т. ч.	32			32			
Итоговый контроль				Экза мен			

2.3. Содержание дисциплины

2.3.1. Тематический план и трудоемкость аудиторных занятий (модули, разделы дисциплины и виды занятий) по рабочему учебному плану

Разделы и темы дисциплины	Всего часов	Лекции, часов	Практ. занятия, часов	Семинары, часов	Лаб., часов
1	2	3	4	5	6
Модуль 1	32		32		
Раздел 1. Вариационные методы математической физики	20		20		
<i>Тема 1.1. Операторы и функционалы в гильбертовом пространстве. Линейные операторы. Симметричные и положительно определенные операторы. Линейные функционалы. Примеры.</i>	4		4		

Тема 1.2. Энергетическое пространство положительно определенного оператора. Функционал энергии. Примеры.	4		4		
Тема 1.3. Теорема о минимуме функционала энергии. Обобщенное решение задачи о минимуме функционала энергии. Минимизирующая последовательность и ее сходимость.	4		4		
Тема 1.4. Метод Ритца и его сходимость. Примеры.	4		4		
Тема 1.5. Метод Бубнова-Галеркина.	4		4		
Раздел 2. Основы метода конечных элементов.	12		12		
Тема 2.1. Разбиение двумерных областей на малые подструктуры. Конечные элементы. Типы конечных элементов.	2		2		
Тема 2.2. Линейные конечные элементы. Триангуляция области. Сетки и сеточные функции. Кусочно-линейные восполнения сеточных функций.	2		2		
Тема 2.3. Неравенства для кусочно-линейных восполнений (оценки норм	4		4		

кусочно-линейных восполнений).					
<i>Тема 2.4.</i> Теоремы аппроксимации для кусочно-линейных восполнений функций из пространства W_2^2 .	4		4		
ИТОГО	36		36		

2.3.2. Краткое содержание семинарских/практических занятий/лабораторного практикума

Ручные расчёты:

Студенты будут выполнять ручные расчёты для анализа простых структур и систем, используя методы конечных элементов

Студенты будут создавать чертежи и схемы, которые демонстрируют распределение нагрузок, напряжений и других физических характеристик в задачах, связанных с методом конечных элементов.

Использование макетов и моделей:

Для наглядности и лучшего понимания физических процессов студенты будут работать с физическими макетами и моделями. Это позволяет ощутить реальные физические явления и увидеть результаты теоретических расчётов.

2.3.3. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Доска:

Традиционная черная или маркерная доска для визуального представления учебного материала, формул и схем во время лекций и семинаров.

Проектор:

Современный проектор, подключаемый к компьютеру для демонстрации презентаций, видеоматериалов и программного кода. Проектор необходим для визуализации сложных концепций и детализации примеров анализа данных.

2.4. Модульная структура дисциплины с распределением весов по формам контролей

Формы контролей	Вес формы (форм) текущего контроля в результирующей оценке текущего контроля (по модулям)		Вес формы промежуточного контроля в итоговой оценке промежуточного контроля		Вес итоговой оценки промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей		Вес итоговой оценки промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей (семестровой оценке)		Весы результирующей оценки промежуточных контролей и оценки итогового контроля в результирующей оценке итогового контроля
	М1	М2	М1	М2	М1	М2			
Вид учебной работы/контроля									
Контрольная работа <i>(при наличии)</i>				0,7					
Устный опрос <i>(при наличии)</i>									
Тест <i>(при наличии)</i>									
Лабораторные работы <i>(при наличии)</i>									
Письменные домашние задания <i>(при наличии)</i>				0,3					
Реферат <i>(при наличии)</i>									
Эссе <i>(при наличии)</i>									
Проект <i>(при наличии)</i>									
<i>Другие формы (при наличии)</i>									
Весы результирующих оценок текущих контролей в итоговых оценках промежуточных контролей						0,3			
Весы оценок промежуточных контролей в итоговых оценках промежуточных контролей						0,7			
Вес итоговой оценки 1-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей									
Вес итоговой оценки 2-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей							1		

Вес результирующей оценки промежуточных контролей в результирующей оценке итогового контроля								0,4
Вес итогового контроля (Экзамен/зачет) в результирующей оценке итогового контроля								0,6
	$\Sigma = 1$							

3. Теоретический блок *(указываются материалы, необходимые для освоения учебной программы дисциплины)*

3.1. Материалы по теоретической части курса

1. **О. Зенкевич, К. Морган.** Конечные элементы и аппроксимация.- М.: Мир, 1986.
2. **Г.И. Марчук, В.И. Агошков.** Введение в проекционно-сеточные методы.-М.: Наука, 1981.
3. **Э. Митчел, Р.Уэйт.** Метод конечных элементов для уравнений с частными производными.- М.: Мир, 1981.
4. **С.Г. Михлин.** Вариационные методы в математической физике.- М.: Наука, 1970.
5. **Л.А. Оганесян, Л.А. Руховец.** Вариационно-разностные методы решения эллиптических уравнений.- Ереван: изд-во АН Арм. ССР, 1979.
6. **Г. Стренг, Дж. Фикс.** Теория метода конечных элементов.- М.: Мир, 1981.

а) Базовые учебники

1. **Г.И. Марчук, В.И. Агошков.** Введение в проекционно-сеточные методы.-М.: Наука, 1981.
2. **Л.А. Оганесян, Л.А. Руховец.** Вариационно-разностные методы решения эллиптических уравнений.- Ереван: изд-во АН Арм. ССР, 1979.

б) Основная литература

1. **С.Г. Михлин.** Вариационные методы в математической физике.- М.: Наука, 1970.
2. **Э. Митчел, Р.Уэйт.** Метод конечных элементов для уравнений с частными производными.- М.: Мир, 1981.

в) Дополнительная литература

1. **О. Зенкевич, К. Морган.** Конечные элементы и аппроксимация.- М.: Мир, 1986.
2. **Г. Стренг, Дж. Фикс.** Теория метода конечных элементов.- М.: Мир, 1981.

4. Фонды оценочных средств *(указываются материалы, необходимые для проверки уровня знаний в соответствии с содержанием учебной программы дисциплины).*

4.1. Планы практических и семинарских занятий

Оценка студентов на практических занятиях осуществляется через выполнение заданий, которые включают ручные расчёты, схематическое моделирование и работу с макетами. Оценка качества и точности выполнения этих заданий, а также способность студентов к аналитическому мышлению и решению инженерных задач.

5. Методический блок

5.1. Методика преподавания

5.1.1. Методические рекомендации для студентов по подготовке к семинарским, практическим или лабораторным занятиям, по организации самостоятельной работы студентов при изучении конкретной дисциплины.

- Практика на моделях и примерах
- Групповые обсуждения
- Активное участие на занятиях