

**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: Численные методы (продвинутый курс)

Автор: доктор физ.-мат. наук, профессор Акопян Юрий Рубенович

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

Численные методы являются основной составляющей частью вычислительной математики, на основе которых строятся алгоритмы численного решения задач алгебры и анализа, дифференциальных уравнений и др. Цель предмета «Численные методы (продвинутый курс)» - изучение современных разделов теории и некоторых ее приложений.

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

Трудоемкость курса составляет 4 академических кредитов, что эквивалентно 144 часам (1 академический кредит равен 36 часам). Итоговый контроль будет проведен в форме экзамена.

1.3. Взаимосвязь дисциплины с другими дисциплинами учебного плана специальности

При изучении дисциплины «Численные методы и оптимизация» используются понятия и методы математического анализа, дифференциальных уравнений, линейной алгебры, методы оптимизации.

1.4. Результаты освоения программы дисциплины:

Код компетенции	Наименование компетенции	Код индикатора достижения компетенций	Наименование индикатора достижений компетенций
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
ПК-3	Способностью разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной и проектно-технологической деятельности	ПК-3.1	Знать математические методы и программное обеспечение для системного анализа и решения задач
		ПК-3.2	Уметь применять и адаптировать эти методы и программы в различных сферах деятельности
		ПК-3.3	Владеть разработкой инновационных программных решений и систем, улучшающих проектно-технологические процессы

2. УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

2.1. Цели и задачи дисциплины

2.2. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы

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	32			32			
Итоговый контроль				Экзамен			

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
II курс, I семестр	32	32			
Раздел 1. Нелинейные уравнения.	3	3			
<i>Тема 1.1.</i> Ускорение сходимости итерационных процессов, Δ^2 -процесс Эйткена.	1	1			
<i>Тема 1.2.</i> Метод Ньютона и его модификации. Однопараметрическое семейство итерационных методов. Метод Галлея.	2	2			
Раздел 2. Линейные системы и псевдообращение.	11	11			
<i>Тема 2.1.</i> Системы линейных алгебраических уравнений, их разрешимость.	1	1			
<i>Тема 2.2.</i> Ядро и образ матрицы, их размерности.	1	1			
<i>Тема 2.3.</i> Решение линейной системы по методу наименьших квадратов (МНК). Нормальная система уравнений, псевдорешение.	1	1			
<i>Тема 2.4.</i> Нормальное псевдорешение.	2	2			

Псевдообратная матрица. Вид псевдо-обратной матрицы для частных случаев.					
<i>Тема 2.5.</i> Сингулярное разложение матрицы. Формула для псевдообратной матрицы через сингулярное разложение.	2	2			
<i>Тема 2.6.</i> Уравнения Пенроуза. Псевдообращение Мура-Пенроуза.	2	2			
<i>Тема 2.7.</i> Скелетное разложение матрицы. Представление псевдообратной матрицы через ее скелетное разложение.	2	2			
Раздел 3. Основы метода конечных элементов.	8	8			
<i>Тема 3.1.</i> Разбиение двумерных областей на малые подструктуры. Конечные элементы. Типы конечных элементов.	1	1			
<i>Тема 3.2.</i> Линейные конечные элементы. Триангуляция области. Сетки и сеточные функции. Кусочно-линейные восполнения сеточных функций.	2	2			
<i>Тема 3.3.</i> Неравенства для кусочно-линейных восполнений (оценки норм кусочно-линейных восполнений).	2	2			

Тема 3.4. Теоремы аппроксимации для кусочно-линейных восполнений функций из пространства W_2^2 .	3	3			
Раздел 4. Метод конечных элементов решения эллиптических уравнений.	10	10			
Тема 4.1. Задача Дирихле для двумерных линейных эллиптических уравнений. Построение приближенного решения линейным методом конечных элементов. Матрица жесткости конечноэлементной системы уравнений. Ансамблирование	2	2			
Тема 4.2. Оценки сходимости метода в пространствах W_2^1 и L_2 .	4	4			
Тема 4.3. Об обусловленности матрицы жесткости. Методы решения систем сеточных уравнений. Понятие о переобуславливании.	4	4			
ИТОГО	32	32			

2.3.2. Краткое содержание разделов дисциплины в виде тематического плана

Раздел 1. Нелинейные уравнения.

Изучение методов решения нелинейных уравнений, включая методы Ньютона и секущих.

Раздел 2. Линейные системы и псевдообращение.

Обзор алгоритмов для решения линейных систем и техник псевдообращения матриц.

Раздел 3. Основы метода конечных элементов.

Введение в метод конечных элементов, его основные принципы и области применения.

Раздел 4. Метод конечных элементов решения эллиптических уравнений.

Применение метода конечных элементов для решения эллиптических уравнений в различных инженерных задачах.

2.3.3. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Компьютеры: Обеспечены ПК, на которых установлено необходимое программное обеспечение для выполнения вычислений и моделирования.

Доска: Наличие досок для визуализации учебного материала и проведения интерактивных лекций.

Проектор: Для демонстрации учебных материалов, презентаций и видеоматериалов в ходе лекций.

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)	Веса результирующей оценки промежуточных контролей и оценки итогового контроля в результирующей оценке итогового контроля
	M1 ¹	M2	M1	M2	M1	M2		
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				

¹ Учебный Модуль

Реферат (при наличии)								
Эссе (при наличии)								
Проект (при наличии)								
Другие формы (при наличии)								
Веса результирующих оценок текущих контролей в итоговых оценках промежуточных контролей						0,3		
Веса 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
	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$

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

1. **В.М. Вержбицкий.** Основы численных методов.-М.: Высшая школа, 2002.
2. **Д. Уоткинс.** Основы матричных вычислений.- М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006.
3. **Д.В. Беклемишев.** Дополнительные главы линейной алгебры.- М.: Наука, 1983.
4. **D.Kincaid and W.Cheney.** Numerical Analysis: Mathematics of Scientific Computing.- Brooks/Cole Publishing Company, 1991.

а) Базовые учебники

1. **В.М. Вержбицкий.** Основы численных методов.-М.: Высшая школа, 2002.

б) Основная литература

1. **Д. Уоткинс.** Основы матричных вычислений.- М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 1981.

в) Дополнительная литература

1. **D.Kincaid and W.Cheney.** Numerical Analysis: Mathematics of Scientific Computing.- Brooks/Cole Publishing Company, 1991.
2. **Д.В. Беклемишев.** Дополнительные главы линейной алгебры.- М.: Наука, 1983.

4. Фонды оценочных средств

- Контрольная работа с задачами на решение линейных и нелинейных систем, включая теоретические вопросы по методам их решения.
- Тесты, включающие вопросы на понимание основных принципов численного анализа, включая ошибки, сходимость и устойчивость методов.

5. Методический блок

5.1. Методика преподавания

Лекции направлены на глубокое понимание теоретических аспектов численных методов, их математических оснований и практических применений в различных областях.