

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Утверждено на заседании
Ученого совета ИАТЭ НИЯУ МИФИ
Протокол от 28.08.2023 № 23.8

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Методы и алгоритмы решения нейтронно-физических задач

название дисциплины

для студентов специальности

14.05.01 Ядерные реакторы и материалы

Образовательная программа

Ядерные реакторы

Шифр, название специализации

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2023 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

- овладение численными методами решения различных типов математических задач.
- выработать у студентов навыки создания математической модели;
- выработать у студентов навыки выбора наиболее подходящего метода решения конкретной математической задачи;
- выработать у студентов навыки адаптации выбранного метода решения для конкретной задачи.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ (далее – ОП)

Дисциплина реализуется в рамках профессионального модуля.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин:

- Математический анализ
- Дифференциальные и интегральные уравнения
- Численные методы

Дисциплины и/или практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

- Численные методы
- Информационные и компьютерные технологии

Дисциплина изучается на 3 курсе в 5 и 6 семестрах.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения ОП обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-1	Способен создавать теоретические и математические модели, описывающие нейтронно-физические процессы в реакторах, процессы гидродинамики и тепломассопереноса в активных зонах или воздействие ионизирующего излучения на материалы, человека и объекты окружающей среды, системы учета, контроля ядерных материалов	З-ПК-1 Знать нейтронно-физические процессы в реакторах, процессы гидродинамики и тепломассопереноса в активных зонах или воздействие ионизирующего излучения на материалы, человека и объекты окружающей среды, системы учета, контроля ядерных материалов У-ПК-1 Уметь создавать теоретические и математические модели в профессиональной области В-ПК-1 Владеть навыками работы с современными расчетными программными средствами

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направление/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Интеллектуальное воспитание	- формирование культуры умственного труда (В11)	Использование воспитательного потенциала дисциплин гуманитарного, естественнонаучного, общепрофессионального и профессионального модуля для формирования культуры умственного труда посредством вовлечения студентов в учебные исследовательские задания, курсовые работы и др.
Профессиональное воспитание	- формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (В17)	1. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за научно-технические достижения России, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок. 2. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности за результаты исследований и их последствия, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечение в реальные научно-исследовательские проекты.
	- формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (В18)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.
	- формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)	1. Использование воспитательного потенциала дисциплин, профессионального модуля для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские курсовые проекты. 2. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований,

		исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.
	<p>- формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства (B20);</p> <p>- формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения (B21);</p> <p>- формирование творческого инженерного мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности (B22)</p>	<p>1. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР.</p> <p>2. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для:</p> <p>- формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепления рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.</p>
	<p>- формирование культуры информационной безопасности (B23)</p>	<p>Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования базовых навыков информационной безопасности через изучение последствий халатного отношения к работе с информационными системами, базами данных (включая персональные данные), приемах и методах злоумышленников, потенциальном уроне пользователям.</p>
	<p>- формирование культуры ядерной и радиационной безопасности (B24);</p> <p>- формирование профессиональной ответственности в области разработки, а также применения современных методов, приборов и систем для достижения устойчивого развития мирных ядерных технологий, направленных на улучшение труда и жизни человека (B25);</p>	<p>1. Использование воспитательного потенциала блока профессиональных дисциплин для формирования чувства личной ответственности за соблюдение ядерной и радиационной безопасности, а также соблюдение государственных и коммерческих тайн.</p> <p>2. Использование воспитательного потенциала содержания учебных дисциплин «Экология», «Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений», «Ядерные технологии», «Радиационная гигиена», «Атомное право», «Радиационная и экологическая безопасность объектов ЯТЦ» для формирования личной</p>

	<p>- формирование ответственной позиции по применению ядерных технологий в свете сохранения окружающей среды для будущих поколений (B26)</p>	<p>ответственности за соблюдение экологической и радиационной безопасности посредством изучения основополагающих документов по культуре ядерной безопасности, разработанных МАГАТЭ и российскими регулирующими органами, норм и правил обращения с радиоактивными отходами и ядерными материалами.</p> <p>3. Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин «Информатика», «Принципы обеспечения безопасности АЭС», «Принципы обеспечения безопасности эксплуатации АЭС», «Критерии безопасности и оценки риска», «Ядерные технологии и экология топливного цикла», «Информационные и компьютерные технологии», «Физические основы получения информации», «Информационная безопасность», «Автоматизированная система управления технологическим процессом АЭС», «Системы управления и защиты ядерных энергетических установок» для формирования личной ответственности за соблюдение и обеспечение кибербезопасности и информационной безопасности объектов атомной отрасли через изучение вопросов организации информационной безопасности на объектах атомной отрасли, основных принципов построения системы АСУТП ядерных объектов, методов защиты и хранения информации, принципов построения глубокоэшелонированной и гибкой системы безопасности ядерно-физических объектов.</p> <p>4. Использование воспитательного потенциала содержания блока дисциплин «Экология», «Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений», «Ядерные технологии», «Радиационная и экологическая безопасность объектов ЯТЦ», «Техногенные системы и экологический риск», «Безопасное обращение с РАО и ОЯТ», «Радиационная экология» для формирования ответственной экологической позиции посредством изучения вопросов обеспечения такого уровня безопасности АЭС, при котором воздействие на окружающую среду обеспечивает сохранение природных систем, поддержание их целостности и жизнеобеспечивающих функций, через рассмотрение вопросов радиационного контроля при захоронении и переработке ядерных отходов, вопросов замыкания ядерного топливного цикла</p>
--	---	---

5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Вид работы	Форма обучения (вносятся данные по реализуемым формам)					
	Очная			Заочная		
	Семестр			Курс		
	№ 5	№ 6	Всего	№	№	Всего
	Количество часов на вид работы:					
Контактная работа обучающихся с преподавателем						
Аудиторные занятия (всего)	48	48	96			
В том числе:						
<i>лекции</i>	16	16	32			
<i>лабораторные занятия</i>	32	32	64			
Промежуточная аттестация						
В том числе:						
<i>зачет</i>	+	-	+			
<i>экзамен</i>	-	36	36			
Самостоятельная работа обучающихся	60	24	84			
Всего (часы):	108	108	216			
Всего (зачетные единицы):	3	3	6			

6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

6.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	Виды учебной работы в часах (вносятся данные по реализуемым формам)											
		Очная форма обучения					Заочная форма обучения						
		Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО	Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО		
1.	Методы поиска корней трансцендентных уравнений	4		8									
1.1.	Простейшие методы поиска корней трансцендентных уравнений	2		8		10							
1.2.	Метод Ньютона для решения систем нелинейных уравнений	2		0		10							
2.	Простейшие методы минимизации	4		16									
2.1.	Простейшие методы минимизации функций одной переменной	2		8		10							
2.2.	Минимизация функций нескольких переменных	2		8		5							
3.	Аппроксимация и интерполяция	4		8									
3.1.	Интерполяционный многочлен Лагранжа	4		8		5							
3.2.	Одномерные кубические сплайны. Двумерные линейные сплайны	2		0		5							
3.3.	Понятие о методе наименьших квадратов	2		0		5							
4.	Численное интегрирование и численное дифференцирование	4		0									
4.1.	Численное интегрирование	2		0		5							
4.2.	Численное дифференцирование	2		0		5							
	Итого за 5 семестр:	16		32		60							
5.	Решение систем линейных уравнений	4		10									
5.1	Метод Гаусса и его применения	1		0		4							
5.2.	Итерационные методы решения систем линейных уравнений	1		0		4							
5.3.	Метод прогонки	2		10		4							
6.	Численные методы решения интегральных	2		0									

	уравнений										
6.1.	Использование квадратурных формул для решения интегральных уравнений	2		0		4					
7.	Методы вращения	2		0							
7.1.	Использование методов вращения для диагонализации матрицы	2		0		4					
8.	Простейшие разностные схемы	4		10							
8.1.	Метод итерации источника для решения одномерного односкоростного уравнения диффузии	4		10		1					
9.	Численные методы решения задачи Коши	4		12							
9.1.	Простейшие методы	2		12		1					
9.2.	Общий подход к построению методов Рунге-Кутты	1		0		1					
9.3.	Неявные методы и разложение в ряд Тейлора	1		0		1					
	Итого за 6 семестр:	16		32		24					
	Всего:	32		64		84					

Прим.: Лек – лекции, Пр – практические занятия / семинары, Лаб – лабораторные занятия, Внеауд – внеаудиторная работа, СРО – самостоятельная работа обучающихся

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Методы поиска корней трансцендентных уравнений	
1.1.	Простейшие методы поиска корней трансцендентных уравнений	Простейшие методы решения трансцендентных уравнений: метод деления отрезка пополам, метод хорд, метод парабол, метод касательных (Ньютона), метод секущих, метод Рыбакова для поиска всех корней уравнения на заданном отрезке.
1.2.	Метод Ньютона для решения систем нелинейных уравнений	Построение итерационного метода Ньютона для решения систем нелинейных уравнений.
2.	Простейшие методы минимизации	
2.1.	Простейшие методы минимизации функций одной переменных	Метод «золотого сечения» и метод парабол.
2.2.	Минимизация функций нескольких переменных	Метод покоординатного спуска. Метод наискорейшего (градиентного) спуска.
3.	Аппроксимация и интерполяция	
3.1	Интерполяционный многочлен Лагранжа	Проблемы, возникающие при аппроксимации функций. Построение интерполяционного многочлена Лагранжа.
3.2	Одномерные кубические сплайны. Двумерные линейные сплайны	Одномерные линейные и кубические сплайны. Двумерные линейные сплайны.
3.3.	Понятие о методе наименьших квадратов	Понятие о методе наименьших квадратов. Взвешенный метод наименьших квадратов.
4.	Численное интегрирование и численное дифференцирование	
4.1.	Численное интегрирование	Простейшие методы численного интегрирования: методы прямоугольников, трапеций и Симпсона. Квадратурные формулы Гаусса. Численное интегрирование с использованием метода Монте-Карло. Вычисление многомерных интегралов.
4.2.	Численное дифференцирование	Разностные аппроксимации первых и вторых производных. Погрешность аппроксимации. Метод неопределенных коэффициентов.
5.	Решение систем линейных уравнений	
5.1.	Метод Гаусса и его применения	Построение расчетных формул для метода Гаусса. Построение обратной матрицы с помощью метода Гаусса.
5.2.	Итерационные методы решения систем линейных уравнений	Общий подход к построению итерационных методов решения систем линейных уравнений. Методы простой итерации и Зейделя. Методы релаксации.
5.3.	Метод прогонки	Построение правой и левой прогонки. Встречная прогонка.
6.	Численные методы решения интегральных уравнений	
6.1.	Использование квадратурных формул для решения интегральных уравнений	Сведение интегрального уравнения к системе линейных уравнений с использованием квадратурных формул. Постоянный и переменный верхние пределы.
7.	Методы вращения	
7.1.	Использование методов	Итерационный алгоритм Якоби для диагонализации

	вращения для диагонализации матриц	вещественной симметричной матрицы.
8.	Простейшие разностные схемы	
8.1.	Метод итерации источника для решения одномерного односкоростного уравнения диффузии	Метод итерации источника для решения простейшего одномерного одностороннего уравнения диффузии.
9.	Численные методы решения задачи Коши	
9.1.	Простейшие методы	Задачи, приводящие к задаче Коши. Выгорание топлива. Метод Эйлера, метод Эйлера с пересчетом.
9.2.	Общий подход к построению методов Рунге-Кутты	Методы Рунге-Кутты 2-го порядка. Общий подход к построению методов Рунге-Кутты. Применение методов Рунге-Кутты для решения системы уравнений 1-го порядка.
9.3.	Неявные методы и разложение в ряд Тейлора	Неявные методы решения задачи Коши. Решение задачи Коши с помощью ряда Тейлора. Метод матричной экспоненты.

Лабораторные занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Название лабораторной работы
1.	Методы поиска корней трансцендентных уравнений	
1.1.	Простейшие методы поиска корней трансцендентных уравнений	Написать на языке FORTRAN программу, реализующую один из методов, изложенных в лекции. Отладить ее и провести контрольные расчеты.
2.	Простейшие методы минимизации	
2.1.	Простейшие методы минимизации функций одной переменной	Написать на языке FORTRAN программу, реализующую метод золотого сечения. Отладить ее и провести контрольные расчеты.
2.2.	Минимизация функций нескольких переменных	Написать на языке FORTRAN программу, реализующую метод покоординатного или градиентного спуска. Отладить ее и провести контрольные расчеты.
3.	Аппроксимация и интерполяция	
3.1.	Интерполяционный многочлен Лагранжа	Написать на языке FORTRAN программу построения интерполяционного многочлена Лагранжа. Отладить ее и провести контрольные расчеты.
5.	Решение систем линейных уравнений	
5.3.	Метод прогонки	Написать на языке FORTRAN программу решения системы линейных уравнений методом прогонки. Отладить ее и провести контрольные расчеты.
8.	Простейшие разностные схемы	
8.1.	Метод итерации источника для решения одномерного односкоростного уравнения диффузии	Написать на языке FORTRAN метод итерации источника для решения простейшего одномерного одностороннего уравнения диффузии. Отладить программу и провести контрольные расчеты для заданных односторонних констант. Исследовать влияние констант на величину Кэфф.
9.	Численные методы решения задачи Коши	
9.1.	Простейшие методы	Написать на языке FORTRAN программу решения задачи Коши методом Эйлера и методом Эйлера с пересчетом.

		Отладить их и провести контрольные расчеты. Сравнить результаты расчетов по обеим программам.
--	--	---

7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Не имеются.

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индикатор достижения компетенции	Наименование оценочного средства текущей и промежуточной аттестации
Текущий контроль, 5 семестр			
1.	Методы поиска корней трансцендентных уравнений	З-ПК-1;У-ПК-1;В-ПК-1	Индивидуальное домашнее задание, лабораторная работа
2.	Простейшие методы минимизации	З-ПК-1;У-ПК-1;В-ПК-1	Индивидуальное домашнее задание, лабораторная работа
3.	Аппроксимация и интерполяция	З-ПК-1;У-ПК-1;В-ПК-1	лабораторная работа
4.	Численное интегрирование и численное дифференцирование	З-ПК-1;У-ПК-1;В-ПК-1	лабораторная работа
Промежуточный контроль, 5 семестр			
	Зачет	З-ПК-1;У-ПК-1;В-ПК-1	Вопросы к зачету
Всего:			
Текущий контроль, 6 семестр			
5.	Решение систем линейных уравнений	З-ПК-1;У-ПК-1;В-ПК-1	Индивидуальное домашнее задание, лабораторная работа
6.	Численные методы решения интегральных уравнений	З-ПК-1;У-ПК-1;В-ПК-1	Индивидуальное домашнее задание
7.	Методы вращения	З-ПК-1;У-ПК-1;В-ПК-1	Индивидуальное домашнее задание
8.	Простейшие разностные схемы	З-ПК-1;У-ПК-1;В-ПК-1	лабораторная работа
9.	Численные методы решения задачи Коши	З-ПК-1;У-ПК-1;В-ПК-1	лабораторная работа
Промежуточный контроль, 6 семестр			
	Экзамен	З-ПК-1;У-ПК-1;В-ПК-1	Экзаменационный билет
Всего:			

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

8.2.1. Зачет 5 семестр

а) типовые вопросы:

1. Поиск корней трансцендентных уравнений. Метод деления отрезка пополам и метод хорд.
2. Поиск корней трансцендентных уравнений. Метод Ньютона. Метод секущих.

3. Поиск корней трансцендентных уравнений. Многомерный метод Ньютона.
4. Поиск корней трансцендентных уравнений. Метод парабол. Исключение уже найденных корней.
5. Метод Рыбакова поиска всех корней уравнения на заданном отрезке.
6. Поиск минимума одномерных функций. Метод “золотого сечения”.
7. Поиск минимума одномерных функций. Метод парабол.
8. Поиск минимума многомерных функций. Метод покоординатного спуска.
9. Поиск минимума многомерных функций. Метод наискорейшего (градиентного) спуска.
10. Интерполяция. Построение интерполяционного полинома Лагранжа.
11. Интерполяция. Одномерные кубические сплайны.
12. Интерполяция. Одномерные и двумерные линейные сплайны.
13. Простейшие методы численного интегрирования. Методы прямоугольников, трапеций и Симпсона.
14. Метод Монте –Карло для численного интегрирования. Оценка погрешности.
15. Метод Гаусса численного интегрирования.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

В критерии оценки знаний по экзамену входят:

1. уровень освоения студентом материала, предусмотренного учебной программой;
2. полнота и правильность ответа, степень осознанности, понимания изученного;
3. обоснованность, четкость, краткость изложения ответа;
4. ответы на дополнительные вопросы.

в) описание шкалы оценивания:

В экзаменационный билет входит 2 вопроса. Максимальная сумма баллов за ответ на один вопрос билета - 20 баллов.

15-20 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который :

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;
- полно раскрывает содержание теоретических вопросов билета.

8-14 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- допустил незначительные неточности при изложении материала, не искажающие содержание ответа по существу вопроса.

1-7 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;
- раскрывает содержание не всех теоретических вопросов
- ответил на один из двух вопросов билета.

0 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- имеет пробелы в знаниях основного учебного материала по дисциплине, не может дать четкого определения основных понятий;
- не может разобраться в конкретной ситуации;
- не может успешно продолжать дальнейшее обучение в связи с недостаточным объемом знаний.

8.2.2. Экзамен 6 семестр

а) типовые вопросы:

1. Метод Гаусса решения систем линейных уравнений.
2. Построение обратной матрицы с помощью метода Гаусса.
3. Метод прогонки.
4. Метод итерации источника для решения одномерного одностороннего уравнения диффузии.
5. Общий подход для построения двухступенчатых итерационных методов для решения систем линейных уравнений. Метод простой итерации.
6. Методы Зейделя и релаксации. Запись методов в матричном виде.
7. Численное решение интегральных уравнений.

8. Принцип построения методов вращения для диагонализации матриц.
9. Итерационный метод вращений для диагонализации симметричной матрицы.
10. Поиск максимального и минимального собственного значения матрицы.
11. Итерационный метод для поиска собственных векторов матрицы.
12. Метод Галеркина решения краевых задач..
13. Численное решение задачи Коши. Метод касательных (Эйлера).
14. Численное решение задачи Коши. Примеры методов Рунге – Кутта. Общий подход к построению методов Рунге – Кутта.
15. Неявные методы решения задачи Коши.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

В критерии оценки знаний по экзамену входят:

1. уровень освоения студентом материала, предусмотренного учебной программой;
2. полнота и правильность ответа, степень осознанности, понимания изученного;
3. обоснованность, четкость, краткость изложения ответа;
4. ответы на дополнительные вопросы.

в) описание шкалы оценивания:

В экзаменационный билет входит 2 вопроса. Максимальная сумма баллов за ответ на один вопрос билета - 20 баллов.

15-20 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который :

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;
- полно раскрывает содержание теоретических вопросов билета.

8-14 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- допустил незначительные неточности при изложении материала, не искажающие содержание ответа по существу вопроса.

1-7 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;
- раскрывает содержание не всех теоретических вопросов
- ответил на один из двух вопросов билета.

0 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- имеет пробелы в знаниях основного учебного материала по дисциплине, не может дать четкого определения основных понятий;
- не может разобраться в конкретной ситуации;
- не может успешно продолжать дальнейшее обучение в связи с недостаточным объемом знаний.

8.2.3. Индивидуальное домашнее задание №1

а) типовые задания - образец:

Решение системы нелинейных уравнений методом Ньютона

Найти корень системы уравнений

$$\operatorname{tg}(xy+k) = x^2$$

$$\alpha x^2 + 2y^2 = 1$$

$$x > 0, y > 0, \alpha = 0.5, k = 0.1$$

методом Ньютона с точностью 0.001.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

16-20 баллов:

- правильное выполнение индивидуального домашнего задания в соответствии с методикой, корректное применение полученных знаний на практике, своевременная сдача отчета, правильные ответы на вопросы во время защиты индивидуального домашнего задания.

12-15 баллов:

- правильное выполнение индивидуального домашнего задания в соответствии с

методикой, хорошее знание теоретической базы, в целом верная постановка целей и задач, решение основных задач, своевременная сдача отчета.

6-11 баллов:

- слабое знание теории, несвоевременное выполнение работы, несвоевременная защита работы, незнание ответов на вопросы преподавателя.

0 баллов:

- невыполнение работы.

в) описание шкалы оценивания:

12-20 баллов – индивидуальное домашнее задание зачтено;

0-11 баллов – отчет отдается на доработку.

8.2.4. Индивидуальное домашнее задание №2

а) типовые задания - образец:

Нахождение обратной матрицы методом Гаусса.

Найти обратную матрицу для матрицы

$$\begin{pmatrix} 24.21 + \alpha & 2.42 & 3.85 \\ 2.31 & 31.49 & 1.52 \\ 3.49 & 4.85 & 28.72 + \alpha \end{pmatrix}$$

С использованием метода Гаусса при $\alpha=0.2$.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

25-30 баллов:

- правильное выполнение индивидуального домашнего задания в соответствии с методикой, корректное применение полученных знаний на практике, своевременная сдача отчета, правильные ответы на вопросы во время защиты индивидуального домашнего задания.

18-24 баллов:

- правильное выполнение индивидуального домашнего задания в соответствии с методикой, хорошее знание теоретической базы, в целом верная постановка целей и задач, решение основных задач, своевременная сдача отчета.

10-17 баллов:

- слабое знание теории, несвоевременное выполнение работы, несвоевременная защита работы, незнание ответов на вопросы преподавателя.

0 баллов:

- невыполнение работы.

в) описание шкалы оценивания:

18-30 баллов – индивидуальное домашнее задание зачтено;

0-17 баллов – отчет отдается на доработку.

8.2.5. Лабораторные работы

а) типовые задания (вопросы) - образец:

1. Написать и отладить программу, реализующую один из методов поиска корней, например, метод хорд. Найти корень для тестового уравнения $f(x)=0$ на отрезке $[a.b]$ при заданном виде функции $f(x)$, a и b .
2. Написать и отладить программу, реализующую метод "золотого сечения". Найти минимум функции $f(x)$ на отрезке $[a.b]$ при заданном виде функции $f(x)$, a и b .

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

9-10 баллов:

- правильное выполнение лабораторной работы в соответствии с методикой, корректное применение полученных знаний на практике, своевременная сдача отчета, правильные ответы на вопросы во время защиты лабораторной работы.

6-8 баллов:

- правильное выполнение лабораторной работы в соответствии с методикой, хорошее знание теоретической базы, в целом верная постановка целей и задач, решение основных задач, своевременная сдача отчета.

3-5 баллов:

- слабое знание теории, несвоевременное выполнение работы, несвоевременная защита работы, незнание ответов на вопросы преподавателя.

0 баллов:

- невыполнение работы.

в) описание шкалы оценивания:

6-10 баллов – лабораторная работа зачтена;

0-5 баллов – отчет по лабораторной работе отдается на доработку.

8.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы студентов.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

Текущий контроль осуществляется два раза в семестр: контрольная точка № 1 (КТ № 1) и контрольная точка № 2 (КТ № 2).

Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

5 Семестр

Вид контроля	Этап рейтинговой системы Оценочное средство	Балл	
		Минимум	Максимум
Текущий	Контрольная точка № 1		
	Индивидуальное домашнее задание №1	12	20
	Лабораторная работа №1	6	10
	Лабораторная работа №2	6	10
	Контрольная точка № 2		
	Лабораторная работа №3	6	10
	Лабораторная работа №4	6	10
Промежуточный	Экзамен		
	Экзамен	24	40
ИТОГО по дисциплине		60	100

6 Семестр

Вид контроля	Этап рейтинговой системы Оценочное средство	Балл	
		Минимум	Максимум
Текущий	Контрольная точка № 1		
	Индивидуальное домашнее задание №2	18	30
	Лабораторная работа №5	6	10

	Контрольная точка № 2		
	Лабораторная работа №6	6	10
	Лабораторная работа №7	6	10
Промежуточный	Экзамен		
	Экзамен	24	40
ИТОГО по дисциплине		60	100

Процедура оценивания знаний, умений, владений по дисциплине включает учет успешности по всем видам заявленных оценочных средств.

Устный опрос проводится на каждом практическом занятии и затрагивает как тематику прошедшего занятия, так и лекционный материал. Применяется групповое оценивание ответа или оценивание преподавателем.

По окончании освоения дисциплины проводится промежуточная аттестация в виде экзамена, что позволяет оценить совокупность приобретенных в процессе обучения компетенций. При выставлении итоговой оценки применяется балльно-рейтинговая система оценки результатов обучения.

Экзамен предназначен для оценки работы обучающегося в течение всего срока изучения дисциплины и призван выявить уровень, прочность и систематичность полученных обучающимся теоретических знаний и умений приводить примеры практического использования знаний (например, выполнение лабораторных работ), приобретения навыков самостоятельной работы, развития творческого мышления.

Оценка сформированности компетенций на экзамене для тех обучающихся, которые пропускали занятия и не участвовали в проверке компетенций во время изучения дисциплины, проводится после индивидуального собеседования с преподавателем по пропущенным или не усвоенным обучающимся темам с последующей оценкой самостоятельно усвоенных знаний на экзамене.

8.4. Шкала оценки образовательных достижений

Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущей и промежуточной аттестации

Сумма баллов	Оценка по 4-х балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоения учебной дисциплины
90-100	5- «отлично»/ «зачтено»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы
85-89	4 - «хорошо»/ «зачтено»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 - «удовлетворительно»/ «зачтено»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала
60-64			

0-59	2 - «неудовлетворительно»/ «не зачтено»	Ф	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине
------	--	---	--

9. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная учебная литература:

1. Б. П. Демидович, И. А. Марон. Основы вычислительной математики. ЛАНЬ, Москва, 2011.
2. Н.С. Бахвалов, А.В. Лапин, Е.В. Чижонков. Численные методы в задачах и упражнениях. ЛАНЬ, Москва, 2010.
3. Г.И. Марчук. Методы вычислительной математики. ЛАНЬ, Москва, 2009.
4. Численные методы : Учеб. пособие для вузов / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. - 2-е изд. - М. : Наука. Физматлит : Лаборатория Базовых Знаний ; СПб. : Невский Диалект, 2002. - 632 с.

б) дополнительная учебная литература:

1. Н.Н. Калиткин. Численные методы. Наука, Москва, 1978.
2. У.Г. Пирумов. Численные методы. Дрофа, Москва, 2003.
3. Л.И. Турчак, П.В.Плотников. Основы численных методов. Физматлит. Москва, 2002 г.

10. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» (ДАЛЕЕ - СЕТЬ «ИНТЕРНЕТ»), НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Научная электронная библиотека [Электронный ресурс] URL: <http://elibrary.ru> (Дата обращения: 10.05.2017)
2. Библиотека численного анализа НИВЦ МГУ: [Электронный ресурс] URL: http://num-anal.srcc.msu.ru/lib_na/libnal.htm (Дата обращения: 10.05.2017)
3. Электронно-библиотечная система НИЯУ МИФИ": [Электронный ресурс] URL: www.library.mephi.ru (Дата обращения: 10.05.2017)
4. Библиотека численного анализа НИВЦ МГУ: [Электронный ресурс] URL: http://num-anal.srcc.msu.ru/lib_na/libnal.htm (Дата обращения: 10.05.2017)

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Планомерная организация последовательности различных видов аудиторных занятий (лекций и практических занятий) в сочетании с внеаудиторной работой студента. При изложении разделов (тем) указание на связь с учебным материалом других дисциплин учебного плана, а также практическими приложениями к технологии жидкометаллических теплоносителей. Систематические индивидуальные консультации. Стимулирование использования в процессе обучения компьютерной техники и информационных технологий.

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно

	<p>фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.</p>
Практические занятия	<p>При подготовке к практическим занятиям повторить основные понятия по темам лекционных занятий задания. Решая поставленные задания, предварительно понять, какой теоретический материал нужно изучить. При возникновении трудностей с решением или пониманием сформулировать и задать вопросы преподавателю</p>
Лабораторные занятия	<p>При подготовке к лабораторным работам следует ознакомиться с методическими руководствами по работе с изучаемыми программными комплексами. Важно внимательно ознакомиться с функционалом и возможностями данных комплексов. При защите лабораторных работ важно детально разбираться в теоретических аспектах ПК.</p>
Доклад	<p>Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Ознакомиться со структурой и оформлением доклада.</p>
Реферат	<p>Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Ознакомиться со структурой и оформлением реферата.</p>
Коллоквиум	<p>Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам и др.</p>
Индивидуальное домашнее задание	<p>При выполнении индивидуальных заданий необходимо сначала прочитать теорию и изучить примеры по каждой теме. Решая конкретную задачу, предварительно следует понять, что требуется от Вас в данном случае, какой теоретический материал нужно использовать, наметить общую схему решения. Если Вы решали задачу «по образцу» рассмотренного на аудиторном занятии или в методическом пособии примера, то желательно после этого обдумать процесс решения и попробовать решить аналогичную задачу самостоятельно.</p>
Подготовка к зачету	<p>При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, перечень ресурсов сети интернет. Дополнительно к изучению конспектов лекций необходимо пользоваться учебниками по ядерным технологиям. Вместо «заучивания» материала важно добиться понимания изучаемых тем дисциплины. При подготовке к зачету нужно освоить теорию: разобрать определения всех понятий, рассмотреть примеры и самостоятельно решить несколько типовых задач из каждой темы. При решении задач всегда необходимо комментировать свои действия и не забывать о содержательной интерпретации.</p>
Подготовка к экзамену	<p>При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, задачи практических занятий, рекомендуемую литературу и интернет источники. Вместо «заучивания» материала важно добиться понимания изучаемой дисциплины.</p>

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ,

ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)

12.1. Перечень информационных технологий

- Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты.
- Интерактивное общение с помощью программы skype
- Использование электронных презентаций при проведении практических занятий.

12.2. Перечень программного обеспечения

- Компилятор языка программирования FORTRAN90.

13. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Лекционные и практические занятия:

Учебная аудитория на 20 мест с мультимедийным оборудованием, программное обеспечение для компьютерных презентаций. Доска.

Лабораторные занятия:

Учебная аудитория на 10 рабочих мест оборудованными компилятором языка программирования FORTRAN90.

14. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И (ИЛИ) МАТЕРИАЛЫ

14.1. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

№ пп	Наименование темы дисциплины	Вид занятий (лекция, семинары, практические занятия)	Количество ак. ч.	Наименование активных и интерактивных форм проведения занятий
1.	Простейшие методы поиска корней трансцендентных уравнений	лекции/ практические занятия	9	лекция-беседа, визуальный семинар с разбором конкретных задач
2.	Метод Ньютона для решения систем нелинейных уравнений	лекции	4	лекция-беседа
3.	Простейшие методы минимизации функций одной переменной	лекции/ практические занятия	7	лекция-беседа, мозговой штурм, визуальный семинар с разбором конкретных задач
4.	Минимизация функций нескольких переменных	лекции/ практические занятия	7	лекция-беседа, мозговой штурм, визуальный семинар с разбором конкретных задач
5.	Интерполяционный многочлен Лагранжа	лекции/ практические занятия	9	лекция-беседа, визуальный семинар с разбором конкретных задач
6.	Одномерные кубические сплайны. Двумерные линейные сплайны	лекции	2	лекция-беседа

7.	Понятие о методе наименьших квадратов	лекции	2	лекция-беседа
8.	Численное интегрирование	лекции	4	лекция-беседа
9.	Численное дифференцирование	лекции	4	лекция-беседа
10.	Метод Гаусса и его применения	лекции	4	лекция-беседа
11.	Итерационные методы решения систем линейных уравнений	лекции	4	лекция-беседа
12.	Метод прогонки	лекции/ практические занятия	7	лекция-беседа, мозговой штурм, визуальный семинар с разбором конкретных задач
13.	Использование квадратурных формул для решения интегральных уравнений	лекции	4	лекция-беседа
14.	Использование методов вращения для диагонализации матриц	лекции	4	лекция-беседа
15.	Метод итерации источника для решения одномерного односкоростного уравнения диффузии	лекции/ практические занятия	9	лекция-беседа, мозговой штурм, визуальный семинар с разбором конкретных задач
16.	Простейшие методы	лекции/ практические занятия	8	лекция-беседа, визуальный семинар с разбором конкретных задач
17.	Общий подход к построению методов Рунге-Кутты	лекции	4	лекция-беседа
18.	Неявные методы и разложение в ряд Тейлора	лекции	4	лекция-беседа

15. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. № АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации обучающихся с ОВЗ с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом индивидуальных психофизических особенностей, а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида.

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление информации визуально (краткий

конспект лекций, основная и дополнительная литература), на лекционных и практических занятиях допускается присутствие ассистента, а также, сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Оценка знаний студентов на практических занятиях осуществляется на основе письменных конспектов ответов на вопросы, письменно выполненных практических заданий.

Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.)

С учетом состояния здоровья просмотр кинофильма с последующим анализом может быть проведен дома (например, при необходимости дополнительной звукоусиливающей аппаратуры (наушники)). В таком случае студент предоставляет письменный анализ, соответствующий предъявляемым требованиям.

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости, время подготовки на зачете может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации (например, с использованием программ-синтезаторов речи), а также использование на лекциях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь.

Оценка знаний студентов на семинарских занятиях осуществляется в устной форме (как ответы на вопросы, так и практические задания). При необходимости анализа фильма может быть заменен описанием ситуации межэтнического взаимодействия (на основе опыта респондента, художественной литературы и т.д.), позволяющим оценить степень сформированности навыков владения методами анализа и выявления специфики функционирования и развития психики, позволяющими учитывать влияние этнических факторов. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Лица с нарушениями опорно-двигательного аппарата не нуждаются в особых формах предоставления учебных материалов. Однако, с учетом состояния здоровья часть занятий может быть реализована дистанционно (при помощи сети «Интернет»). Так, при невозможности посещения лекционного занятия студент может воспользоваться кратким конспектом лекции.

При невозможности посещения практического занятия студент должен предоставить письменный конспект ответов на вопросы, письменно выполненное практическое задание.

Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.).

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата проводится на общих основаниях, при необходимости процедура зачета может быть реализована дистанционно (например, при помощи программы Skype).

Для этого по договоренности с преподавателем студент в определенное время выходит на связь для проведения процедуры зачета. В таком случае зачет сдается в виде собеседования по вопросам (см. формы проведения промежуточной аттестации для лиц с нарушениями зрения). Вопрос и практическое задание выбираются самим преподавателем.

Примечание: Фонды оценочных средств, включающие типовые задания и методы оценки, критерии оценивания, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины обучающимися с ОВЗ могут входить в состав РПД на правах отдельного документа.

Программу составил:

_____ В.В. Колесов, доцент, к.ф.-м.н., доцент отд. ЯФиТ