

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИУЦТ



С.П. Вакуленко

06 октября 2020 г.

Кафедра «Цифровые технологии управления транспортными процессами»

Автор Посвянский Владимир Павлович

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Численные методы

Направление подготовки:	01.03.02 – Прикладная математика и информатика
Профиль:	Математические модели в экономике и технике
Квалификация выпускника:	Бакалавр
Форма обучения:	очная
Год начала подготовки	2019

Одобрено на заседании Учебно-методической комиссии Протокол № 3 05 октября 2020 г. Председатель учебно-методической комиссии  Н.А. Клычева	Одобрено на заседании кафедры Протокол № 2 02 октября 2020 г. Заведующий кафедрой  В.Е. Нутович
--	--

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) в виде электронного документа выгружена из единой корпоративной информационной системы управления университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)
ID подписи: 5665
Подписал: Заведующий кафедрой Нутович Вероника Евгеньевна
Дата: 02.10.2020

Москва 2020 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В курсе Численные методы изучаются алгоритмы решения прикладных задач, постановка которых дается в различных разделах фундаментальной математики. Основная цель изучения дисциплины состоит в формировании у студента знаний по численным методам решения задач прикладной математики и умений применять эти знания в будущей работе. В результате обучения студент должен приобрести навыки представления решения математических задач в виде численных алгоритмов.

С другой стороны целью дисциплины является подготовка специалиста, способного работать в научно-исследовательских, образовательных и других учреждениях и организациях, использующих методы прикладной математики и компьютерные технологии, включая системы автоматизированных математических вычислений. Поэтому освоение дисциплины предполагает использование современных алгоритмических языков высокого уровня (C++) и возможностей таких современных математических оболочек как MathCAD или Maple.

Дисциплина предназначена для получения знаний для решения следующих профессиональных задач (в соответствии с видами деятельности):

научно-исследовательская деятельность: - ознакомление с основными методами численного решения задач линейной алгебры, методами аппроксимации функций, численного дифференцирования и интегрирования, приближенного решения ОДУ и уравнений в частных производных;

изучение влияния погрешности вычислений, метода и исходных данных на результат решения, исследование устойчивости численных алгоритмов;

развитие навыков технологии программирования применительно для решения вычислительных задач (в том числе и большой размерности);

организационно-управленческая деятельность: - организация и управление разработкой программного обеспечения, использующего методы численного анализа и компьютерного моделирования.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Учебная дисциплина "Численные методы" относится к блоку 1 "Дисциплины (модули)" и входит в его базовую часть.

2.1. Наименования предшествующих дисциплин

Для изучения данной дисциплины необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

2.1.1. Алгебра и аналитическая геометрия:

Знания: основные задачи, определения и теоремы линейной алгебры и аналитической геометрии

Умения: использовать матричную и векторную форму записи при постановке и решении основных задач линейной алгебры и аналитической геометрии

Навыки: вычислением определителей, решением систем линейных алгебраических уравнений и задач на собственные значения

2.1.2. Математический анализ:

Знания: основы дифференциального и интегрального исчисления, теории функций нескольких переменных, числовых и функциональных рядов

Умения: исследовать функции средствами дифференциального исчисления, находить их безусловные и условные экстремумы, применять основные методы интегрирования, использовать разложения функций в ряды. Владеть техникой обработки текстовой и графической информации, используя современные программные среды и оболочки

Навыки: методами математического анализа для решения ряда задач в смежных математических дисциплинах

2.1.3. Основы информатики:

Знания: основы информатики и вычислительной техники, основных операционных систем и принципов работы с компьютером

Умения: владеть техникой обработки текстовой и графической информации, используя современные программные среды и оболочки

Навыки: навыками написания и отладки программ, написанных на языке программирования высокого уровня

2.2. Наименование последующих дисциплин

Результаты освоения дисциплины используются при изучении последующих учебных дисциплин:

2.2.1. Параллельное программирование

2.2.2. Принятие решений в условиях неопределенности

2.2.3. Теория оптимального управления

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения дисциплины студент должен:

№ п/п	Код и название компетенции	Ожидаемые результаты
1	ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности;	ОПК-1.2 Применяет различные методы решения задачи, поставленной в терминах, описывающих реальную исследуемую модель. ОПК-1.3 Определяет способы, методы и последствия применяемых методов решения исследуемых задач. ОПК-1.4 Систематизирует информацию о методах решения различных типов задач для последующей генерации общего метода решения. ОПК-1.5 Алгоритмизирует созданный метод решения задач для унификации применения этого метода на практике.
2	ПКС-1 Уметь ставить цели создания системы, разрабатывать концепцию системы и требования к ней, выполнять декомпозицию требований к системе.	ПКС-1.1 В достаточном объёме владеет понятиями и фактами из области математических, а также других естественно-научных дисциплин. ПКС-1.2 Умеет формулировать постановку задачи и излагать ее. ПКС-1.3 Выделяет и классифицирует существенные подзадачи при анализе системы. ПКС-1.4 Знает, анализирует и сравнивает имеющиеся методы и средства решения прикладных задач.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ И АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСАХ

4.1. Общая трудоемкость дисциплины составляет:

7 зачетных единиц (252 ак. ч.).

4.2. Распределение объема учебной дисциплины на контактную работу с преподавателем и самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Количество часов		
	Всего по учебному плану	Семестр 5	Семестр 6
Контактная работа	120	50,15	70,15
Аудиторные занятия (всего):	120	50	70
В том числе:			
лекции (Л)	44	16	28
практические (ПЗ) и семинарские (С)	28	0	28
лабораторные работы (ЛР)(лабораторный практикум) (ЛП)	48	34	14
Самостоятельная работа (всего)	69	58	11
Экзамен (при наличии)	63	36	27
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, часы:	252	144	108
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, зач.ед.:	7.0	4.0	3.0
Текущий контроль успеваемости (количество и вид текущего контроля)	КП (1), ПК1, ПК2	КП (1), ПК1, ПК2	ПК1, ПК2
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	ЭК	ЭК	ЭК

4.3. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ/ТП	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	5	Раздел 1 Введение в теорию погрешностей	2				10	12	
2	5	Тема 1.1 Абсолютная и относительная погрешности. Классификация погрешностей. Неустраняемая погрешность функции. Прямая и обратная задача. Вычислительная погрешность. Правила округления. Вернозначные цифры.	1					1	
3	5	Тема 1.2 Неустраняемая погрешность решения СЛАУ. Число обусловленности матрицы. Плохо обусловленные СЛАУ.	1				10	11	
4	5	Раздел 2 Матрицы специального вида	2					2	
5	5	Тема 2.1 N и M – матрицы. Треугольные матрицы, матрицы с ортогональными столбцами. Матрицы вращений, отражений и перестановок.	2					2	
6	5	Раздел 3 Точные методы решения основных задач линейной алгебры, основанные на LU разложении и QR разложении	4	10			12	26	
7	5	Тема 3.1 Метод Гаусса и метод Гаусса с выбором главного элемента, как метод LU разложения матрицы. Метод квадратного	2					2	Контрольная работа №1

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежу- точной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ/ТП	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8	5	корня. Тема 3.2 Программная реализация алгоритмов методов LU и NPU разложения на языке C++.	0	8			12	20	, Лабораторная работа №1
9	5	Тема 3.3 Методы ортогонализации, вращений и отражений, как метод QR разложения матрицы.	2	2				4	ПК1, по результатам контрольной работы №1, лабораторной работы №1 и курсового проекта
10	5	Раздел 4 Итерационные методы решения СЛАУ	2	10			12	24	
11	5	Тема 4.1 Приближенные методы решения СЛАУ. Линейный одношаговый стационарный метод. Условия сходимости. Способы приведения к виду удобному для итераций: простые итерации, универсальный способ. Метод Зейделя. Условия сходимости.	2	4				6	
12	5	Тема 4.2 Программная реализация алгоритмов методов простой итерации и Зейделя на языке C++.		6			12	18	, Лабораторная работа №2
13	5	Раздел 5 Конечноразностные уравнения первого и второго порядка	4	8			10	22	
14	5	Тема 5.1 Конечноразностные уравнения первого порядка. Решение задачи Коши. Конечноразностные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами. Определение общего	2	6				8	, Контрольная работа №2

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежу- точной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ/ТП	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		решения. Метод вариации постоянной.							
15	5	Тема 5.2 Краевая задача для конечноразностного уравнения второго порядка с произвольными коэффициентами. Метод прогонки. Достаточные условия устойчивости.	2	2			10	14	ПК2, по результатам контрольной работы №2 и лабораторной работы №2
16	5	Раздел 6 Задача на собственные значения и собственные векторы	2	6			14	22	
17	5	Тема 6.1 Метод вращений Якоби решения задачи на собственные числа и собственные векторы симметричной матрицы. Сходимость метода.	2					2	
18	5	Тема 6.2 Программная реализация алгоритма метода вращений Якоби на языке C++.		6			14	20	КП, Лабораторная работа №3, Защита курсового проекта
19	5	Экзамен						36	ЭК
20	6	Раздел 8 Интерполирование.	8	3	13		2	26	
21	6	Тема 8.1 Постановка задачи аппроксимации функций интерполяционным многочленом. Системы функций Чебышева.	1					1	
22	6	Тема 8.2 Интерполяционный многочлен Лагранжа. Формула остаточного члена.	1		1			2	
23	6	Тема 8.3 Конечные разности. Интерполяционный многочлен Ньютона. Формула остаточного члена.	6		6			12	Контрольная работа №1
24	6	Тема 8.4			6			6	

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежу- точной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ/ТП	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Схема Эйткена. Вопрос о сходимости интерполяционного процесса.							
25	6	Тема 8.5 Программная реализация алгоритма построения интерполяционных многочленов с использованием схемы Эйткена.		3			2	5	Лабораторная работа №1
26	6	Раздел 9 Аппроксимация функций в линейных нормированных пространствах	13	3	9		2	27	
27	6	Тема 9.1 Многочлены наилучшего приближения (МНП). Теорема существования и единственности.	4					4	
28	6	Тема 9.2 Равномерные приближения. Теоремы Хаара и Чебышева. Простейшие примеры построения МНРП.	4		6			10	
29	6	Тема 9.3 Многочлены Чебышева, их свойства. Интерполирова-ние по чебышевским узлам. Наилучшая равномерная оценка погрешности.	3		1			4	ПК1, по результатам лабораторной работы №1 и контрольной работы №1
30	6	Тема 9.4 Среднеквадратические приближения. Основная теорема.	1					1	
31	6	Тема 9.5 Метод наименьших квадратов, теорема о существования и единственности МНСП. Системы ортогональных многочленов.	1		2			3	Контрольная работа №2
32	6	Тема 9.6 Программная		3			2	5	Лабораторная

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежу- точной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ/ТП	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		реализация алгоритма метода наименьших квадратов на языке C++.							работа №2
33	6	Раздел 10 Сплайны.	2	4	2		2	10	
34	6	Тема 10.1 Происхождение задачи о сплайнах и ее общая поста-новка. Основные теоремы.	1					1	
35	6	Тема 10.2 Сплайны 1-го и 3-го порядка. Базисные сплайны.	1		2			3	
36	6	Тема 10.3 Программная реализация алгоритма построения кубического сплайна на языке C++.		4			2	6	Лабораторная работа №3
37	6	Раздел 11 Дискретное преобразование Фурье. (ДПФ).	2	4	2		2	10	
38	6	Тема 11.1 ДПФ для периодической функции. ДПФ для производных.	1					1	Лабораторная работа №4
39	6	Тема 11.2 ДПФ для непериодической функции. Понятие о БПФ.	1		2			3	
40	6	Тема 11.3 Программная реализация алгоритма построения тригонометрического интерполяционного многочлена с использованием ДПФ на языке C++.		4			2	6	ПК2, по результатам лабораторных работ №№2-4
41	6	Раздел 12 Численное интегрирование	3		2		3	8	
42	6	Тема 12.1 Квадратурные формулы. Формулы Ньютона – Котеса. Оценка погрешности.	2					2	
43	6	Тема 12.2 Формулы Гаусса.	1		2		3	6	

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежу- точной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ/ТП	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Теорема об оптимальном выборе узлов. Примеры квадратурных формул Гаусса.							
44	6	Экзамен						27	ЭК
45		Всего:	44	48	28		69	252	

4.4. Лабораторные работы / практические занятия

Лабораторные работы предусмотрены в объеме 48 ак. ч.

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Наименование занятий	Всего ча- сов/ из них часов в интерак- тивной форме
1	2	3	4	5
1	5	РАЗДЕЛ 3 Точные методы решения основных задач линейной алгебры, основанные на LU разложении и QR разложении Тема: Программная реализация алгоритмов методов LU и NPU разложения на языке C++.	Точные методы решения СЛАУ.	6
2	5	РАЗДЕЛ 3 Точные методы решения основных задач линейной алгебры, основанные на LU разложении и QR разложении Тема: Программная реализация алгоритмов методов LU и NPU разложения на языке C++.	Метод Гаусса с выбором главного элемента и NPU – разложение. Метод квадратного корня.	2
3	5	РАЗДЕЛ 3 Точные методы решения основных задач линейной алгебры, основанные на LU разложении и QR разложении Тема: Методы ортогонализации, вращений и отражений, как метод QR разложения матрицы.	Методы ортогонализации, вращений и отражений, как метод QR разложения матрицы.	2

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Наименование занятий	Всего ча- сов/ из них часов в интерак- тивной форме
1	2	3	4	5
4	5	РАЗДЕЛ 4 Итерационные методы решения СЛАУ Тема: Приближенные методы решения СЛАУ. Линейный одношаговый стационарный метод. Условия сходимости. Способы приведения к виду удобному для итераций: простые итерации, универсальный способ. Метод Зейделя. Условия сходимости.	Метод простой итерации и метод Зейделя приближенного решения СЛАУ.	4
5	5	РАЗДЕЛ 4 Итерационные методы решения СЛАУ Тема: Программная реализация алгоритмов методов простой итерации и Зейделя на языке C++.	Приближенные методы решения СЛАУ.	6
6	5	РАЗДЕЛ 5 Конечноразностные уравнения первого и второго порядка Тема: Конечноразностные уравнения первого порядка. Решение задачи Коши. Конечноразностные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами. Определение общего решения. Метод вариации постоянной.	Линейные конечноразностные уравнения. Задача Коши и краевая задача.	2

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Наименование занятий	Всего ча- сов/ из них часов в интерак- тивной форме
1	2	3	4	5
7	5	РАЗДЕЛ 5 Конечноразностные уравнения первого и второго порядка Тема: Конечноразностные уравнения первого порядка. Решение задачи Коши. Конечноразностные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами. Определение общего решения. Метод вариации постоянной.	Линейные конечноразностные уравнения с постоянными коэффициентами.	2
8	5	РАЗДЕЛ 5 Конечноразностные уравнения первого и второго порядка Тема: Конечноразностные уравнения первого порядка. Решение задачи Коши. Конечноразностные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами. Определение общего решения. Метод вариации постоянной.	Линейные конечноразностные уравнения с постоянными коэффициентами.	2
9	5	РАЗДЕЛ 5 Конечноразностные уравнения первого и второго порядка Тема: Краевая задача для конечноразностного уравнения второго порядка с произвольными коэффициентами. Метод прогонки. Достаточные условия устойчивости.	Линейные конечноразностные уравнения 2-го порядка с переменными коэффициентами.	2
10	5	РАЗДЕЛ 6 Задача на собственные значения и собственные векторы Тема: Программная реализация алгоритма метода вращений Якоби на языке C++.	Метод вращений Якоби решения задачи на собственные значения и собственные векторы симметричной матрицы.	6

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Наименование занятий	Всего ча- сов/ из них часов в интерак- тивной форме
1	2	3	4	5
11	6	РАЗДЕЛ 8 Интерполирование. Тема: Программная реализация алгоритма построения интерполяционных многочленов с использованием схемы Эйткена.	Интерполирование.	3
12	6	РАЗДЕЛ 9 Аппроксимация функций в линейных нормированных пространствах Тема: Программная реализация алгоритма метода наименьших квадратов на языке C++.	Метод наименьших квадратов.	3
13	6	РАЗДЕЛ 10 Сплаины. Тема: Программная реализация алгоритма построения кубического сплайна на языке C++.	Кубическая сплайн-интерполяция.	4
14	6	РАЗДЕЛ 11 Дискретное преобразование Фурье. (ДПФ). Тема: Программная реализация алгоритма построения тригонометрического интерполяционного многочлена с использованием ДПФ на языке C++.	Дискретное преобразование Фурье.	4
ВСЕГО:				48/0

Практические занятия предусмотрены в объеме 28 ак. ч.

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Наименование занятий	Всего ча- сов/ из них часов в интерак- тивной форме
1	2	3	4	5
1	6	РАЗДЕЛ 8 Интерполирование. Тема: Интерполяционный многочлен Лагранжа. Формула остаточного члена.	Интерполяционный многочлен Лагранжа.	1
2	6	РАЗДЕЛ 8 Интерполирование. Тема: Конечные разности. Интерполяционный многочлен Ньютона. Формула остаточного члена.	Интерполяционный многочлен Ньютона.	6
3	6	РАЗДЕЛ 8 Интерполирование. Тема: Схема Эйткена. Вопрос о сходимости интерполяционного процесса.	Схема Эйткена.	6
4	6	РАЗДЕЛ 9 Аппроксимация функций в линейных нормированных пространствах Тема: Равномерные приближения. Теоремы Хаара и Чебышева. Простейшие примеры построения МНРП.	Многочлены наилучшего равномерного приближения (МНРП)	6
5	6	РАЗДЕЛ 9 Аппроксимация функций в линейных нормированных пространствах Тема: Многочлены Чебышева, их свойства. Интерполирова-ние по чебышевским узлам. Наилучшая равномерная оценка погрешности.	Многочлены Чебышева	1

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Наименование занятий	Всего ча- сов/ из них часов в интерак- тивной форме
1	2	3	4	5
6	6	РАЗДЕЛ 9 Аппроксимация функций в линейных нормированных пространствах Тема: Метод наименьших квадратов, теорема о существования и единственности МНСП. Системы ортогональных многочленов.	Многочлены наилучшего среднеквадратического приближения (МНСП)	2
7	6	РАЗДЕЛ 10 Сплайны. Тема: Сплайны 1-го и 3-го порядка. Базисные сплайны.	Сплайны 1-го и 3-го порядка. Базисные сплайны.	2
8	6	РАЗДЕЛ 11 Дискретное преобразование Фурье. (ДПФ). Тема: ДПФ для непериодической функции. Понятие о БПФ.	Дискретное преобразование Фурье и тригонометрический интерполяционный многочлен	2
9	6	РАЗДЕЛ 12 Численное интегрирование Тема: Формулы Гаусса. Теорема об оптимальном выборе узлов. Примеры квадратурных формул Гаусса.	Квадратурные формулы и оценка погрешности численного интегрирования.	2
ВСЕГО:				28/0

4.5. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Темы курсовых работ. (4 семестр)

1. Реализация различных модификаций метода отражения при решении основных задач линейной алгебры.
2. Численное исследование преимуществ и недостатков метода ортогонализации при решении основных задач линейной алгебры.
3. Решение основных задач линейной алгебры для теплицевых матриц.
4. Решение СЛАУ с вырожденной матрицей..
5. Итерационные методы решения СЛАУ с чебышевским набором параметров.
6. Метод сопряженных градиентов решения СЛАУ.
7. Метод наискорейшего спуска решения СЛАУ.
8. Методы решения нелинейных алгебраических уравнений.
9. Метод Ньютона решения систем нелинейных алгебраических уравнений.

10. Метод Лобачевского решения СЛАУ.
11. Метод Ланцоша решения задачи на собственные числа и собственные векторы.
12. Методы определения границ собственных значений.
13. Итерационные методы решения частичной проблемы собственных значений.
14. Итерационные методы решения полной проблемы собственных значений.
15. Попеременно треугольный итерационный метод решения СЛАУ.
16. Итерационный метод переменных направлений решения СЛАУ.
17. Метод прогонки решения СЛАУ с блочно-тригональной матрицей.
18. Метод сопряженных градиентов решения систем нелинейных уравнений.

Темы курсовых проектов.(6 семестр)

1. Метод характеристик решения гиперболических систем квазилинейных дифференциальных уравнений с частными производными.
2. Приближенное вычисление кратных интегралов.
3. Приближенное построение многочленов наилучшего равномерного приближения.
4. Метод Адамса решения обыкновенных дифференциальных уравнений.
5. Метод прямых решения краевых задач для дифференциальных уравнений с частными производными.
6. Приближенные методы решения интегральных уравнений.
7. Приближение функций сплайнами третьего порядка.
8. Численное интегрирование жестких систем обыкновенных дифференциальных уравнений.
9. Многомерное интерполирование.
10. Численное исследование устойчивости простейших разностных схем для уравнений параболического типа.
11. Численное исследование устойчивости простейших разностных схем для уравнений эллиптического типа.
12. Теорема Тихонова – Самарского и решение некорректно поставленных задач.
13. Численное решение некорректно поставленных задач. Квазирешение.
14. Разностные схемы для уравнений газовой динамики.
15. Метод конечных элементов, основанный на методе Галеркина.
16. Построение функциональных подпространств в одномерном случае в методе конечных элементов.
17. Построение функциональных подпространств в двумерном случае в методе конечных элементов.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Преподавание дисциплины «Численные методы» осуществляется в форме лекций, практических занятий и лабораторных работ.

Лекции проводятся в традиционной классно-урочной организационной форме, по типу управления познавательной деятельностью и на 50 % являются традиционными классически-лекционными (объяснительно-иллюстративные), и на 50 % с использованием интерактивных (диалоговых) технологий.

Практические занятия организованы с использованием технологий развивающего обучения. Часть практического курса выполняется в виде традиционных практических занятий (объяснительно-иллюстративное решение задач). Остальная часть практического курса проводится с использованием интерактивных (диалоговых) технологий, в том числе разбор и анализ конкретных ситуаций, возможен электронный практикум.

Лабораторные работы выполняются в оснащённом персональными компьютерами дисплейном классе на установленном необходимом программном обеспечении.

Самостоятельная работа студента организована с использованием традиционных видов работы и интерактивных технологий. К традиционным видам работы относятся отработка лекционного материала и отработка отдельных тем по учебным пособиям. К интерактивным (диалоговым) технологиям относится отработка отдельных тем по электронным пособиям, подготовка к текущему и промежуточному контролю, интерактивные консультации в режиме реального времени по специальным разделам и технологиям, основанным на коллективных способах самостоятельной работы студентов. Оценка полученных знаний, умений и навыков основана на модульно-рейтинговой технологии. Весь курс разбит на 16 разделов, представляющих собой логически завершённый объём учебной информации. Фонды оценочных средств освоенных компетенций включают как вопросы теоретического характера для оценки знаний, так и задания практического содержания для оценки умений и навыков. Теоретические знания проверяются путём применения таких организационных форм, как индивидуальные и групповые решения задач, решение индивидуальных заданий с возможным использованием компьютеров или на бумажных носителях.

Проведение занятий по дисциплине возможно с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, реализуемые с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников.

В процессе проведения занятий с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий применяются современные образовательные технологии, такие как (при необходимости):

- использование современных средств коммуникации;
- электронная форма обмена материалами;
- дистанционная форма групповых и индивидуальных консультаций;
- использование компьютерных технологий и программных продуктов, необходимых для сбора и систематизации информации, проведения требуемых программой расчетов и т.д.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Вид самостоятельной работы студента. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы	Всего часов
1	2	3	4	5
1	5	РАЗДЕЛ 1 Введение в теорию погрешностей Тема 2: Неустраняемая погрешность решения СЛАУ. Число обусловленности матрицы. Плохо обусловленные СЛАУ.	1. Подготовка к ПК-1. 2. Выполнение курсовой работы. 3. Изучение учебной литературы из приведенных источников: [1], [2], [3]. 4. Повторение лекционного материала.	10
2	5	РАЗДЕЛ 3 Точные методы решения основных задач линейной алгебры, основанные на LU разложении и QR разложении Тема 2: Программная реализация алгоритмов методов LU и NPU разложения на языке C++.	1. Подготовка к ПК-1. 2. Выполнение курсовой работы 3. Изучение учебной литературы из приведенных источников: [1], [2], [3]. 4. Повторение лекционного материала.	12
3	5	РАЗДЕЛ 4 Итерационные методы решения СЛАУ Тема 2: Программная реализация алгоритмов методов простой итерации и Зейделя на языке C++.	1. Подготовка к ПК-2. 2. Выполнение курсовой работы 3. Изучение учебной литературы из приведенных источников: [1], [2], [3]. 4. Повторение лекционного материала.	12
4	5	РАЗДЕЛ 5 Конечноразностные уравнения первого и второго порядка Тема 2: Краевая задача для конечноразностного уравнения второго порядка с произвольными коэффициентами. Метод прогонки. Достаточные условия устойчивости.	1. Подготовка к ПК-2. 2. Выполнение курсовой работы 3. Изучение учебной литературы из приведенных источников: [1], [2], [3], [5]. 4. Повторение лекционного материала.	10
5	5	РАЗДЕЛ 6 Задача на собственные значения и собственные векторы Тема 2: Программная	1. Подготовка к ПК-2. 2. Выполнение курсовой работы 3. Изучение учебной литературы из приведенных источников: [1], [2], [3], [4], [6]. 4. Повторение лекционного материала.	14

		реализация алгоритма метода вращений Якоби на языке C++.		
6	6	РАЗДЕЛ 8 Интерполирование. Тема 5: Программная реализация алгоритма построения интерполяционных многочленов с использованием схемы Эйткена.	1. Подготовка к ПК-1. 2. Изучение учебной литературы из приведенных источников: [1], [2], [3], [4]. 4. Повторение лекционного материала.	2
7	6	РАЗДЕЛ 9 Аппроксимация функций в линейных нормированных пространствах Тема 6: Программная реализация алгоритма метода наименьших квадратов на языке C++.	1. Подготовка к ПК-1. 2. Изучение учебной литературы из приведенных источников: [1], [2], [3], [4], [5]. 3. Повторение лекционного материала.	2
8	6	РАЗДЕЛ 10 Сплайны. Тема 3: Программная реализация алгоритма построения кубического сплайна на языке C++.	1. Подготовка к ПК-2. 2. Изучение учебной литературы из приведенных источников: [2], [3], [7]. 3. Повторение лекционного материала.	2
9	6	РАЗДЕЛ 11 Дискретное преобразование Фурье. (ДПФ). Тема 3: Программная реализация алгоритма построения тригонометрического интерполяционного многочлена с использованием ДПФ на языке C++.	1. Подготовка к ПК-2. 2. Изучение учебной литературы из приведенных источников: [1], [4]. 3. Повторение лекционного материала.	2
10	6	РАЗДЕЛ 12 Численное интегрирование Тема 2: Формулы Гаусса. Теорема об оптимальном выборе узлов. Примеры квадратурных формул Гаусса.	1. Подготовка к ПК-2. 2. Изучение учебной литературы из приведенных источников: [1], [2], [3]. 3. Повторение лекционного материала.	3
ВСЕГО:				69

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1. Основная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
1	Численные методы.	Н.С. Бахвалов, Г.М. Кобельков, Н.П. Жидков	М.: Бином, 2011 НТБ МИИТ	Раздел 1 - Раздел 18 [17-561]
2	Основы численных методов.	В.М. Вержбицкий	М.:Высшая школа, 2009 НТБ МИИТ	Раздел 1 - Раздел 18 [15-822]
3	Численные методы анализа	Б.П. Демидович, И.А. Марон, Э.З. Шувалова	СПб.: Лань, 2010 НТБ МИИТ	Раздел 8 - Раздел 18 [12-331]
4	Основы вычислительной математики	Б.П. Демидович, И.А. Марон	СПб.: Лань, 2011 НТБ МИИТ	Раздел 1 - Раздел 18 [15-822]
5	Вычислительная математика	Е.Н. Жидков	М: Академия, 2010 НТБ МИИТ	Раздел 1 - Раздел 6 [10-198]
6	Численные методы.	Н.Н. Калиткин, Е. А. Альшина	М: Академия, 2013 НТБ МИИТ	Раздел 8 - Раздел 12 [35-228]
7	Численные методы.	М.П. Лапчик, М.И. Рагулина, Е.К. Хеннер	М: Академия, 2009 НТБ МИИТ	Раздел 14 - Раздел 18 [122-346]

7.2. Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
8	Численные методы.	К.А. Волосов	М: МИИТ, 2009 НТБ МИИТ	Раздел 1, Раздел 2 [6-122]
9	Методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе по дисциплине «Численные методы». Раздел «Линейная алгебра».	Ю.П. Власов, В.П. Посвянский	М: МИИТ, 2002 НТБ МИИТ	Раздел 2, Раздел 3, Раздел 4 [3-32]
10	Задачи линейной алгебры. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Численные методы».	Ю.П. Власов, В.П. Посвянский	М: МИИТ, 2003 НТБ МИИТ	Раздел 3, Раздел 4 [3-22]
11	АППРОКСИМАЦИЯ ФУНКЦИЙ. Методические указания к лабораторным работам.	Ю.П. Власов, В.П. Посвянский	М: МИИТ, 2008 НТБ МИИТ	Раздел 8, Раздел 9, Раздел 11 [3-34]
12	ПОГРЕШНОСТИ. АППРОКСИМАЦИЯ ФУНКЦИЙ. Методические указания к практическим занятиям.	Ю.П. Власов, Н.В. Логинова.	М: МИИТ, 2011 НТБ МИИТ	Раздел 1, Раздел 8, Раздел 9, Раздел 10 [3-36]
13	Введение в численные	А. А. Самарский	СПб: Лань, 2005	Раздел 16 [100-

	методы.		НТБ МИИТ	242]
--	---------	--	----------	------

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1. <http://library.miit.ru/> - электронно-библиотечная система Научно-технической библиотеки МИИТ.
2. <http://www.library.ru/> - информационно-справочный портал Проект Российской государственной библиотеки для молодежи.
3. <https://ru.wikipedia.org/wiki/> Википедия – свободная энциклопедия.
4. <http://miit.ru> МИИТ| Об университете | Структура | Кафедры | ИУИТ кафедра «Прикладная математика-1».

9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Требования к программному обеспечению при прохождении учебной дисциплины

Для выполнения лабораторных работ, курсовой работы и курсового проекта требуется наличие следующего программного обеспечения:

- инструментальная среда MS Visual Studio; назначение – программирование на языке программирования C++.

При организации обучения по дисциплине с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий необходим доступ каждого студента к информационным ресурсам – библиотечному фонду Университета, сетевым ресурсам и информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

В случае проведения занятий с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий может понадобиться наличие следующего программного обеспечения (или их аналогов): ОС Windows, Microsoft Office, Интернет-браузер, Microsoft Teams и т.д.

В образовательном процессе, при проведении занятий с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, могут применяться следующие средства коммуникаций: ЭИОС РУТ(МИИТ), Microsoft Teams, электронная почта, скайп, Zoom, WhatsApp и т.п.

10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Для проведения аудиторных занятий и самостоятельной работы требуется:

1. Рабочее место преподавателя с персональным компьютером.
2. Компьютерный класс. Рабочие места студентов в компьютерном классе со стандартными лицензионными программными продуктами.

В случае проведения занятий с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий необходимо наличие компьютерной техники, для организации коллективных и индивидуальных форм общения педагогических работников со студентами, посредством используемых средств коммуникации. Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для подготовки к занятиям и выполнения самостоятельной работы студентам необходимо иметь следующие материалы:

- список учебной литературы;
- методические рекомендации по выполнению лабораторных работ;
- методические рекомендации по выполнению курсовых работ и проектов;
- примерный перечень вопросов к зачетам и экзамену по всему изучаемому курсу;
- студенты могут ознакомиться с тезисами лекций;
- по необходимости проводятся консультации для успешного выполнения всех видов индивидуальных работ.

Необходимые материалы предоставляются по следующей схеме:

- в начале 4 семестра - список учебной литературы, примерный перечень вопросов к экзамену, методические указания к практическим занятиям, методические указания по выполнению лабораторных работ и курсовой работы;
- в начале 5 семестра - список учебной литературы, примерный перечень вопросов к экзамену, методические указания к практическим занятиям, методические указания по выполнению лабораторных работ;
- в начале 6 семестра - список учебной литературы, примерный перечень вопросов к зачету, методические указания по выполнению лабораторных работ и курсового проекта.

Изучение дисциплины производится по следующей схеме:

- читаются лекции из расчета два часа раз в две недели в 4 и 5 семестрах и два часа раз в неделю в 6 семестре;
- в 4 и 5 семестрах проводятся практические занятия – два часа раз в две недели;
- в 4,5 и 6 семестрах проводятся лабораторные работы – по и два часа раз в неделю;
- в 4 семестре выполняется курсовая работа и в 5 – курсовой проект.

Лекция является главным звеном дидактического цикла обучения. Её цель – формирование у студентов ориентировочной основы для последующего усвоения материала. Учебный материал излагается с учетом следующих требований:

- изложение материала от простого к сложному, от известного к неизвестному;
- возможность проблемного изложения, дискуссии, диалога с целью активизации деятельности студентов;
- тесная связь теоретических положений и выводов с практикой и будущей профессиональной деятельностью студентов;
- в начале каждой лекции дается план изложения материала, в конце лекции подводится итог и даются основные выводы по материалу;
- на протяжении лекции при изложении материала несколько раз обязательно приводятся примеры из практики (русской и зарубежной), профессиональной деятельности преподавателя, ссылки на возможность применения теоретического материала в народном хозяйстве вообще и в информационных технологиях в частности;
- на протяжении лекции для активизации работы студентов им постоянно задаются вопросы, на которые они способны дать ответ (на основании предыдущего материала, общей культуры и сообразительности).

Практическое занятие (семинар) проводится по узловым и наиболее сложным вопросам

(темам) учебной программы, в частности, предполагающим решение задач, и обычно строится на материале одной лекции.

Во время практического занятия производятся следующие учебные действия с проставлением соответствующих баллов студентам:

- разбор у доски домашних заданий (задач);
- блиц-опрос по теоретическому материалу предыдущей лекции;
- ответы на вопросы студентов;
- заслушивание коротких выступлений по результатам самостоятельной работы;
- совместное (студент с помощью преподавателя) решение задач по теме данного практического занятия.

При оценке ответов студентов используются следующие критерии: правильность, полнота и конкретность ответа; последовательность и логика изложения; обоснованность и доказательность излагаемых положений; уровень культуры речи.

В конце семинара:

- дается оценка всего практического занятия, обратив особое внимание на следующие аспекты: качество подготовки; степень усвоения знаний; активность студентов; положительные и отрицательные стороны в работе студентов; задачи и пути устранения недостатков;
- выдаются задания на дом к следующему практическому занятию.

Контроль знаний студентов производится на основе следующих принципов:

- систематичность, объективность, аргументированность оценки со стороны преподавателя;
- учет индивидуального стиля в осуществлении учебной деятельности для каждого студента.

Текущий контроль производится по следующим направлениям:

- контроль посещаемости;
- вопросы студентам в течение лекций;
- решение задач и ответы на вопросы на практических занятиях;
- выполнение лабораторных работ, курсовых работ и проектов.

Промежуточная аттестация производится в форме отчета студента о проделанной работе за прошедший период времени. Отчет проводится в форме свободной беседы преподавателя и студента по основным пунктам пройденного материала, этапам выполнения типового расчета, лабораторных и курсовых работ. Результаты аттестации оформляются в виде баллов системы РИТМ.

Критериями успешной промежуточной аттестации также являются:

- посещаемость студентами учебных занятий;
- успешное решение задач и правильные ответы на вопросы на практических занятиях;
- активная работа на лекциях и семинарах;
- активная самостоятельная работа.

При защите курсовых работ предъявляются следующие требования:

- выполнение всех требований, указанных в методических рекомендациях к курсовой работе;
- наличие работающего программного обеспечения;
- наличие текста программы, оформленного в соответствии с заданными требованиями (выделение процедур, мнемоника идентификаторов, вынесение констант, типизация, форматирование текста и т.д.);
- наличие постановки задачи, анализа существующего положения и полученных результатов в тексте курсовой работы.

Итоговая аттестация предусматривает проведение экзамена или зачета по всему материалу курса (Экзамен за 4-5 семестры и зачет за 6). В каждом экзаменационном билете содержатся два теоретических вопроса и одна задача. Вопросы и задача каждого билета обязательно относятся к различным разделам данного курса. Кроме того, вопросы и задача в каждом билете подобраны таким образом, чтобы сложность всех билетов была примерно одинаковой. Билеты к теоретическому зачету задач не содержат. К экзамену и зачету допускаются студенты, полностью выполнившие семестровый план.