

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Департамент координации деятельности организаций
в сфере сельскохозяйственных наук
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Волгоградский государственный аграрный университет»
Эколого-мелиоративный факультет
наименование факультета

УТВЕРЖДАЮ
Декан эколого-мелиоративного
наименование факультета

_____ О.А. Корчагина _____
подпись *инициалы фамилия*

_____ Г.
дата



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ДВ.4.1 Численные методы
индекс и наименование дисциплины

Кафедра Информационные системы и технологии
наименование кафедры
Уровень высшего образования бакалавриат
бакалавриат / специалитет / магистратура
Направление подготовки (специальность) 09.03.03 Прикладная информатика
шифр и наименование направления подготовки
Направленность (профиль) Прикладная информатика в экономике
наименование направленности (профиля) программы
Форма обучения очная/заочная
очная / заочная
Год начала реализации образовательной программы 2017

Волгоград
2022

Автор(ы):

доцент

должность

подпись

Стрижакова Е.А.

инициалы фамилия

Рабочая программа дисциплины согласована с руководителем основной профессиональной образовательной программы высшего образования по направлению подготовки (специальности)

09.03.03 Прикладная информатика

шифр и наименование направления подготовки (специальности)

Прикладная информатика в экономике

наименование направленности (профиля) программы

Заведующий кафедрой

должность

подпись

О.В. Кочеткова

инициалы фамилия

Рабочая программа дисциплины обсуждена и одобрена на заседании кафедры

Информационные системы и технологии

наименование кафедры

Протокол № 2 от 20 октября 2022 г.

Заведующий кафедрой

подпись

О.В. Кочеткова

инициалы фамилия

Рабочая программа дисциплины обсуждена и одобрена на заседании методической комиссии эколого-мелиоративного факультета

наименование факультета

Протокол № 2 от 25 октября 2022 г.

дата

Председатель

методической комиссии факультета

подпись

А.К. Васильев

инициалы фамилия

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Цели освоения дисциплины «Численные методы» заключаются в изучение теоретических методов и освоение практических навыков в использовании численных методов при решении различных прикладных задач, а также подготовка студентов к разработке компьютерно-ориентированных вычислительных алгоритмов решения задач, возникающих в процессе математического моделирования законов реального мира и применения познанных законов в практической деятельности.

Задачей дисциплины является формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков в использовании численных методов при решении задач поиска нулей функций одной переменной, решения систем линейных и нелинейных уравнений, вычисления собственных чисел и собственных векторов матриц, обращения матриц, интерполирования функций, численного дифференцирования и интегрирования функций, решения дифференциальных и интегральных уравнений.

Изучение дисциплины направлено на формирование общепрофессиональных и профессиональных компетенций, а также знаний, умений, навыков, необходимых для решения профессиональных задач в области проектной и научно-исследовательской деятельности.

Шифр компетенции	Содержание компетенции	Планируемые результаты
ОПК-2	способностью анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования	Знать приемы и численные методы решения задач прикладной области.
		Уметь проводить формализацию и реализацию решения прикладных задач; выбирать оптимальный численный метод решения поставленной задачи, давать математические характеристики точности исходной информации и оценивать точность полученного численного решения; выбирать методы моделирования систем, структурировать и анализировать цели функции систем управления, проводить системный анализ прикладной области; давать оценку полученным в ходе математического решения результатам.
		Владеть навыками численного решения моделей прикладных задач.
ПК-7	способностью проводить описание прикладных процессов и информационного обеспечения решения прикладных задач	Знать алгоритмы численных методов и информационные технологии, их реализующие.
		Уметь выбирать инструментальные средства реализации предложенного численного метода; использовать современные компьютерные технологии и пакеты прикладных программ для решения численных задач.
		Владеть навыками работы с инструментальными средствами моделирования предметной области, прикладных и информационных процессов; навыками и приемами работы с прикладными программами, реализующими численный метод.

ПК-23	способностью применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач	Знать приемы и численные методы решения задач прикладной области.
		Уметь проводить формализацию и реализацию решения прикладных задач; выбирать оптимальный численный метод решения поставленной задачи, давать математические характеристики точности исходной информации и оценивать точность полученного численного решения; выбирать методы моделирования систем, структурировать и анализировать цели функции систем управления, проводить системный анализ прикладной области.
		Владеть навыками численного решения моделей прикладных задач.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Место дисциплины «Численные методы» в учебном плане: относится к блоку 1, вариативной части, дисциплины по выбору - Б1.В.ДВ.4.1 ОПОП ВО подготовки бакалавров по направлению 09.03.03 «Прикладная информатика» (профиль «Прикладная информатика в экономике»).

Предлагаемый курс имеет естественные межпредметные связи с курсами «Математика» Б1.Б.5, «Дискретная математика» Б1.Б.6, «Информатика и программирование» Б1.Б.8, «Физика» Б1.Б.10, «Алгоритмизация» Б1.В.ОД.7.

Минимальные требования к «входным» знаниям – удовлетворительное усвоение программ по указанным выше дисциплинам.

Знания и умения, полученные в ходе изучения дисциплины «Численные методы», будут полезными при изучении дисциплин «Исследование операций и методы оптимизации» Б1.В.ОД.5, «Математическое и имитационное моделирование» Б1.В.ОД.6.

3 Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение часов по семестрам			
		3	4	...	
Контактная работа обучающихся с преподавателем в части аудиторных занятий, всего	72	36	36		
Лекции (Л)	36	18	18		
Практические занятия (ПЗ) / Семинары (С)	36	18	18		
Лабораторные работы (ЛР)					
Самостоятельная работа обучающихся, всего	72	36	36		
Курсовой проект (КП)					
Курсовая работа (КР)					
Расчетно-графическая работа (РГР)					
Реферат (Реф)					
Самостоятельное изучение разделов и тем	72	36	36		

Вид промежуточной аттестации*	зачет	0	0	-		
	зачет с оценкой	0	-	0		
	экзамен	-	-	-		
Общая трудоемкость	часов	144	72	72		
	зачетных единиц	4	2	2		

* если предусмотрен экзамен, проставляется 36; если зачет или зачет с оценкой – 0.

Заочная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение часов по курсам			
		3	...	...	
Контактная работа обучающихся с преподавателем в части аудиторных занятий, всего	28	28			
Лекции (Л)	10	10			
Практические занятия (ПЗ) / Семинары (С)	18	18			
Лабораторные работы (ЛР)					
Самостоятельная работа обучающихся, всего	108	108			
Курсовой проект (КП)					
Курсовая работа (КР)					
Расчетно-графическая работа (РГР)					
Реферат (Реф)					
Контрольная работа (КРЗ)	30	30			
Самостоятельное изучение разделов и тем	78	78			
Вид промежуточной аттестации*	зачет	4	4		
	зачет с оценкой	4	4		
	экзамен	-	-		
Общая трудоемкость	часов	144	144		
	зачетных единиц	4	4		

* если предусмотрен экзамен, проставляется 9; если зачет или зачет с оценкой – 4.

4 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Содержание лекций

III Содержание лекции			
№ п/п	Тема лекции	Объем, ч	
		Форма обучения	
		Очная	Заочная
Раздел 1. Математическая модель и погрешности			
1	Математическая модель и погрешности. 1. Источники и классификация погрешностей. 2. Элементы теории погрешностей (абсолютная и относительная погрешности, предельные погрешности, значащие цифры, правило округления чисел).	4	-

	3. Погрешности арифметических операций. 4. Представление чисел в компьютере и погрешность.		
Раздел 2. Алгебраические и трансцендентные уравнения			
2	Алгебраические и трансцендентные уравнения. 1. Аналитический и графический методы локализации корней. 2. Методы уточнения корней (метод дихотомии, метод итераций, метод хорд, метод Ньютона (касательных), метод секущих).	4	2
3	Системы нелинейных уравнений. 1. Метод итераций. 2. Метод Ньютона.	4	-
4	Решение систем линейных алгебраических уравнений. 1. Метод Гаусса. 2. Итерационный метод. 3. Метод Зейделя. 4. Погрешность решения и обусловленность системы уравнений.	4	2
Раздел 3. Вычислительные методы линейной алгебры			
5	Вычисление определителя и обратной матрицы. 1. Определитель матрицы. 2. Преобразование матрицы к треугольному виду методом Гаусса. 3. Обратная матрица. 4. Прямой ход метода Гаусса.	2	-
Раздел 4. Приближение функций			
6	Приближение функций. Интерполяция. 1. Интерполяционные формулы Ньютона. 2. Интерполяционная формула Лагранжа. 3. Равномерное приближение функции. 4. Многочлены Чебышева. 5. Интерполяция сплайнами.	6	2
7	Приближение функций. Аппроксимация. 1. Аппроксимация. 2. Метод наименьших квадратов.	2	2
Раздел 5. Численное дифференцирование и интегрирование			
8	Численное дифференцирование. 1. Разностные формулы для обыкновенных производных. 2. Разностные формулы для частных производных. 3. Оценка погрешности методом Рунге-Ромберга.	2	-
9	Численное интегрирование. 1. Формула прямоугольников. 2. Формула трапеций. 3. Формула Симпсона. 4. Правило Рунге оценки погрешности.	4	2
10	Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. 1. Метод Эйлера (метод ломанных). 2. Методы Рунге-Кутты. Правило Рунге оценки погрешности. 3. Задача Коши для системы дифференциальных уравнений.	2	-
Раздел 6. Вероятностные методы. Применение численных методов в экономике			
11	Вероятностные методы. Метод Монте-Карло.	2	-

	1. Вычисление определенного интеграла. 2. Вычисление кратных интегралов. 3. Решение систем линейных уравнений. 4. Применение численных методов в экономике.		
ВСЕГО		36	10

4.2 Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Тема практического (семинарского) занятия	Объем, ч	
		Форма обучения	
		очная	заочная
Раздел 1. Математическая модель и погрешности			
1.	Математическая модель и погрешности.	4	-
Раздел 2. Алгебраические и трансцендентные уравнения			
2.	Алгебраические и трансцендентные уравнения.	4	2
3.	Системы нелинейных уравнений.	4	2
4.	Решение систем линейных алгебраических уравнений.	4	2
Раздел 3. Вычислительные методы линейной алгебры			
5.	Вычисление определителя и обратной матрицы.	2	2
Раздел 4. Приближение функций			
6.	Приближение функций. Интерполяция.	6	2
7.	Приближение функций. Аппроксимация.	2	2
Раздел 5. Численное дифференцирование и интегрирование			
8.	Численное дифференцирование.	2	2
9.	Численное интегрирование.	2	2
10.	Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений	4	2
Раздел 6. Вероятностные методы. Применение численных методов в экономике			
11.	Вероятностные методы. Метод Монте-Карло.	2	-
ВСЕГО:		36	18

4.3 Лабораторные работы

Учебным планом не предусмотрено.

4.4 Перечень тем для самостоятельного изучения

№ п/п	Тема для самостоятельного изучения	Объем, ч	
		Форма обучения	
		Очная	Заочная
Раздел 1. Математическая модель и погрешности			
1.	Математическая модель и погрешности.	8	8
Раздел 2. Алгебраические и трансцендентные уравнения			
2.	Алгебраические и трансцендентные уравнения.	10	10

3.	Системы нелинейных уравнений.	8	8
4.	Решение систем линейных алгебраических уравнений.	10	10
Раздел 3. Вычислительные методы линейной алгебры			
5.	Вычисление определителя и обратной матрицы.	2	4
Раздел 4. Приближение функций			
6.	Приближение функций. Интерполяция.	6	6
7.	Приближение функций. Аппроксимация.	6	6
Раздел 5. Численное дифференцирование и интегрирование			
8.	Численное дифференцирование.	6	6
9.	Численное интегрирование.	6	6
10.	Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений	6	8
Раздел 6. Вероятностные методы. Применение численных методов в экономике			
11.	Вероятностные методы. Метод Монте-Карло.	4	6
ВСЕГО		72	78

4.5 Другие виды самостоятельной работы

№ п/п	Содержание самостоятельной работы	Объем, ч	
		Форма обучения	
		Очная	Заочная
1	Подготовка и написание контрольной работы №1	-	15
2	Подготовка и написание контрольной работы №2	-	15
ВСЕГО		-	30

5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине рекомендуется следующая учебно-методическая литература:

1. Бахвалов, Н.С. Численные методы [Электронный ресурс] / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. - 7-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 636 с. – Режим доступа:
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=539069>
2. Бахвалов, Н. С. Численные методы в задачах и упражнениях [Электронный ресурс] / Н. С. Бахвалов, А. В. Лапин, Е. В. Чижонков. - 3-е изд. (эл.). - М.: Бином. ЛЗ, 2013. - 240 с. – Режим доступа:
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=542250>
3. Колдаев, В.Д. Численные методы и программирование [Электронный ресурс]: Учебное пособие / В.Д. Колдаев; Под ред. Л.Г. Гагариной. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2014. - 336 с. – Режим доступа:
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=452274>

6 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (фонд оценочных средств)

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Перечень компетенций, на освоение которых направлена дисциплина

Индекс компетенции	Содержание компетенции
ОПК-2	способностью анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования
ПК-7	способностью проводить описание прикладных процессов и информационного обеспечения решения прикладных задач
ПК-23	способностью применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач

Этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Участвующие в формировании компетенций дисциплины, модули, практики		Форма обучения	Курсы обучения				
Индекс	Наименование		1 курс	2 курс	3 курс	4 курс	5 курс
ОПК-2 способностью анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования							
Б1.Б.4	Экономическая теория	Очная	+				
		Заочная		+	+		
Б1.Б.5	Математика	Очная	+				
		Заочная	+				
Б1.Б.6	Дискретная математика	Очная	+				
		Заочная	+				
Б1.Б.7	Теория систем и системный анализ	Очная		+			
		Заочная		+			
Б1.Б.9	Теория вероятностей и математическая статистика	Очная	+				
		Заочная		+			
Б1.В.ОД.5	Исследование операций и методы оптимизации	Очная		+	+		
		Заочная		+	+		
Б1.В.ОД.6	Математическое и имитационное моделирование	Очная			+		
		Заочная				+	
Б1.В.ОД.12	Интеллектуальные информационные системы	Очная		+	+		
		Заочная			+	+	
Б1.В.ДВ.4.1	Численные методы	Очная		+			

		Заочная			+		
Б1.В.ДВ.4.2	Математические методы в инженерных и экономических расчетах	Очная		+			
		Заочная			+		
Б1.В.ДВ.5.1	Модели рискованных ситуаций в экономике	Очная		+			
		Заочная		+			
Б1.В.ДВ.5.2	Анализ данных	Очная		+			
		Заочная		+			
ПК-7 способностью проводить описание прикладных процессов и информационного обеспечения решения прикладных задач							
Б1.Б.16	Проектирование информационных систем	Очная			+		
		Заочная				+	
Б1.Б.18	Базы данных	Очная		+			
		Заочная		+			
Б1.В.ОД.12	Интеллектуальные информационные системы	Очная		+	+		
		Заочная			+	+	
Б1.В.ОД.14	Реинжиниринг и управление бизнес-процессами	Очная				+	
		Заочная					+
Б1.В.ДВ.4.1	Численные методы	Очная		+			
		Заочная			+		
Б1.В.ДВ.4.2	Математические методы в инженерных и экономических расчетах	Очная		+			
		Заочная			+		
Б2.П.1	Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	Очная			+		
		Заочная			+		
Б2.П.4	Преддипломная практика	Очная					+
		Заочная				+	
ПК-23 способностью применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач							
Б1.Б.6	Дискретная математика	Очная	+				
		Заочная	+				
Б1.Б.7	Теория систем и системный анализ	Очная		+			
		Заочная		+			
Б1.Б.9	Теория вероятностей и математическая статистика	Очная	+				
		Заочная		+			
Б1.В.ОД.5	Исследование операций и методы оптимизации	Очная		+	+		
		Заочная		+	+		
Б1.В.ОД.6	Математическое и имитационное моделирование	Очная			+		
		Заочная				+	
Б1.В.ОД.12	Интеллектуальные информационные системы	Очная		+	+		
		Заочная			+	+	
Б1.В.ДВ.1.1	Эконометрика	Очная		+			
		Заочная	+				
Б1.В.ДВ.1.2	Математическая экономика	Очная		+			
		Заочная	+				

Б1.В.ДВ.4.1	Численные методы	Очная		+			
		Заочная			+		
Б1.В.ДВ.4.2	Математические методы в инженерных и экономических расчетах	Очная		+			
		Заочная			+		
Б1.В.ДВ.5.1	Модели рискованных ситуаций в экономике	Очная		+			
		Заочная		+			
Б1.В.ДВ.5.2	Анализ данных	Очная		+			
		Заочная		+			
Б2.У.1	Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков	Очная	+				
		Заочная	+				
Б2.П.1	Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	Очная			+		
		Заочная			+		
Б2.П.2	Научно-исследовательская работа	Очная				+	
		Заочная				+	
Б2.П.4	Преддипломная практика	Очная				+	
		Заочная					+

Основными этапами формирования указанных компетенций при освоении дисциплины является последовательное изучение содержательно связанных между собой модулей (разделов, тем). Изучение каждого модуля (раздела, темы) предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения их обучающимися.

Этапы формирования компетенций в процессе изучения дисциплины

Контролируемые модули / разделы / темы дисциплины	Оценочные средства по этапам формирования компетенций	
	Текущий контроль	Промежуточная аттестация
ОПК-2 способностью анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования		Зачет, зачет с оценкой
Раздел 2. Алгебраические и трансцендентные уравнения	Контрольная работа	
Раздел 3. Вычислительные методы линейной алгебры	Контрольная работа	
Раздел 4. Приближение функций	Контрольная работа	

Раздел 5. Численное дифференцирование и интегрирование	Контрольная работа	
Раздел 6. Вероятностные методы. Применение численных методов в экономике	Контрольная работа	
ПК-7 способностью проводить описание прикладных процессов и информационного обеспечения решения прикладных задач		
Раздел 1. Математическая модель и погрешности	Контрольная работа	
Раздел 2. Алгебраические и трансцендентные уравнения	Контрольная работа	
Раздел 3. Вычислительные методы линейной алгебры	Контрольная работа	
Раздел 4. Приближение функций	Контрольная работа	
Раздел 5. Численное дифференцирование и интегрирование	Контрольная работа	
Раздел 6. Вероятностные методы. Применение численных методов в экономике	Контрольная работа	
ПК-23 способностью применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач		
Раздел 1. Математическая модель и погрешности	Контрольная работа	
Раздел 2. Алгебраические и трансцендентные уравнения	Контрольная работа	
Раздел 3. Вычислительные методы линейной алгебры	Контрольная работа	
Раздел 4. Приближение функций	Контрольная работа	
Раздел 5. Численное дифференцирование и интегрирование	Контрольная работа	
Раздел 6. Вероятностные методы. Применение численных методов в экономике	Контрольная работа	

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

6.2.1 Текущий контроль

Показатели оценивания компетенций
на различных этапах их формирования в процессе изучения дисциплины

Контролируемые модули / разделы / темы дисциплины	Показатели оценивания компетенций	
ОПК-2 способностью анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования		
Раздел 2. Алгебраические и трансцендентные уравнения	Знает	приемы и соответствующие численные методы решения задач прикладной области
	Умеет	проводить формализацию и реализацию решения прикладных задач; выбирать оптимальный численный метод решения поставленной задачи, давать математические характеристики точности исходной информации и оценивать точность полученного численного решения; давать оценку полученным в ходе математического решения результатам
	Владеет	навыками численного решения моделей прикладных задач
Раздел 3. Вычислительные методы линейной алгебры	Знает	приемы и соответствующие численные методы решения задач прикладной области
	Умеет	проводить формализацию и реализацию решения прикладных задач; выбирать оптимальный численный метод решения поставленной задачи, давать математические характеристики точности исходной информации и оценивать точность полученного численного решения; давать оценку полученным в ходе математического решения результатам
	Владеет	навыками численного решения моделей прикладных задач
Раздел 4. Приближение функций	Знает	приемы и соответствующие численные методы решения задач прикладной области
	Умеет	проводить формализацию и реализацию решения прикладных задач; выбирать оптимальный численный метод решения поставленной задачи, давать математические характеристики точности исходной информации и оценивать точность полученного численного решения; давать оценку полученным в ходе математического решения результатам
	Владеет	навыками численного решения моделей прикладных задач
Раздел 5. Численное дифференцирование и	Знает	приемы и соответствующие численные методы решения задач прикладной области

интегрирование	Умеет	проводить формализацию и реализацию решения прикладных задач; выбирать оптимальный численный метод решения поставленной задачи, давать математические характеристики точности исходной информации и оценивать точность полученного численного решения; давать оценку полученным в ходе математического решения результатам
	Владеет	навыками численного решения моделей прикладных задач
Раздел 6. Вероятностные методы. Применение численных методов в экономике	Знает	приемы соответствующие и численные методы решения задач прикладной области
	Умеет	проводить формализацию и реализацию решения прикладных задач; выбирать оптимальный численный метод решения поставленной задачи, давать математические характеристики точности исходной информации и оценивать точность полученного численного решения; выбирать методы моделирования систем, структурировать и анализировать цели функции систем управления, проводить системный анализ прикладной области; давать оценку полученным в ходе математического решения результатам
	Владеет	навыками численного решения моделей прикладных задач
ПК-7 способностью проводить описание прикладных процессов и информационного обеспечения решения прикладных задач		
Раздел 1. Математическая модель и погрешности	Знает	алгоритмы соответствующих численных методов и информационные технологии, их реализующие
	Умеет	выбирать инструментальные средства реализации предложенного численного метода; использовать современные компьютерные технологии и пакеты прикладных программ для решения численных задач
	Владеет	навыками работы с инструментальными средствами моделирования предметной области, прикладных и информационных процессов; навыками и приемами работы с прикладными программами, реализующими численный метод
Раздел 2. Алгебраические и трансцендентные уравнения	Знает	алгоритмы соответствующих численных методов и информационные технологии, их реализующие
	Умеет	выбирать инструментальные средства реализации предложенного численного метода; использовать современные компьютерные технологии и пакеты прикладных программ для решения численных задач
	Владеет	навыками работы с инструментальными средствами моделирования предметной области, прикладных и информационных процессов; навыками и приемами работы с прикладными программами, реализующими численный метод
Раздел 3. Вычислительные методы линейной	Знает	алгоритмы соответствующих численных методов и информационные технологии, их реализующие
	Умеет	выбирать инструментальные средства реализации предложенного численного метода; использовать со-

алгебры		временные компьютерные технологии и пакеты прикладных программ для решения численных задач
	Владеет	навыками работы с инструментальными средствами моделирования предметной области, прикладных и информационных процессов; навыками и приемами работы с прикладными программами, реализующими численный метод
Раздел 4. Приближение функций	Знает	алгоритмы соответствующих численных методов и информационные технологии, их реализующие
	Умеет	выбирать инструментальные средства реализации предложенного численного метода; использовать современные компьютерные технологии и пакеты прикладных программ для решения численных задач
	Владеет	навыками работы с инструментальными средствами моделирования предметной области, прикладных и информационных процессов; навыками и приемами работы с прикладными программами, реализующими численный метод
Раздел 5. Численное дифференцирование и интегрирование	Знает	алгоритмы соответствующих численных методов и информационные технологии, их реализующие
	Умеет	выбирать инструментальные средства реализации предложенного численного метода; использовать современные компьютерные технологии и пакеты прикладных программ для решения численных задач
	Владеет	навыками работы с инструментальными средствами моделирования предметной области, прикладных и информационных процессов; навыками и приемами работы с прикладными программами, реализующими численный метод
Раздел 6. Вероятностные методы. Применение численных методов в экономике	Знает	алгоритмы соответствующих численных методов и информационные технологии, их реализующие
	Умеет	выбирать инструментальные средства реализации предложенного численного метода; использовать современные компьютерные технологии и пакеты прикладных программ для решения численных задач
	Владеет	навыками работы с инструментальными средствами моделирования предметной области, прикладных и информационных процессов; навыками и приемами работы с прикладными программами, реализующими численный метод
ПК-23 способностью применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач		
Раздел 1. Математическая модель и погрешности	Знает	приемы и численные методы решения задач прикладной области
	Умеет	проводить формализацию и реализацию решения прикладных задач; выбирать оптимальный численный метод решения поставленной задачи, давать математические характеристики точности исходной информации и оценивать точность полученного численного решения
	Владеет	навыками численного решения моделей прикладных задач
Раздел 2.	Знает	приемы и численные методы решения задач приклад-

Алгебраические и трансцендентные уравнения		ной области
	Умеет	проводить формализацию и реализацию решения прикладных задач; выбирать оптимальный численный метод решения поставленной задачи, давать математические характеристики точности исходной информации и оценивать точность полученного численного решения
	Владеет	навыками численного решения моделей прикладных задач
Раздел 3. Вычислительные методы линейной алгебры	Знает	приемы и численные методы решения задач прикладной области
	Умеет	проводить формализацию и реализацию решения прикладных задач; выбирать оптимальный численный метод решения поставленной задачи, давать математические характеристики точности исходной информации и оценивать точность полученного численного решения
	Владеет	навыками численного решения моделей прикладных задач
Раздел 4. Приближение функций	Знает	приемы и численные методы решения задач прикладной области
	Умеет	проводить формализацию и реализацию решения прикладных задач; выбирать оптимальный численный метод решения поставленной задачи, давать математические характеристики точности исходной информации и оценивать точность полученного численного решения
	Владеет	навыками численного решения моделей прикладных задач
Раздел 5. Численное дифференцирование и интегрирование	Знает	приемы и численные методы решения задач прикладной области
	Умеет	проводить формализацию и реализацию решения прикладных задач; выбирать оптимальный численный метод решения поставленной задачи, давать математические характеристики точности исходной информации и оценивать точность полученного численного решения
	Владеет	навыками численного решения моделей прикладных задач
Раздел 6. Вероятностные методы. Применение численных методов в экономике	Знает	приемы и численные методы решения задач прикладной области
	Умеет	проводить формализацию и реализацию решения прикладных задач; выбирать оптимальный численный метод решения поставленной задачи, давать математические характеристики точности исходной информации и оценивать точность полученного численного решения
	Владеет	навыками численного решения моделей прикладных задач

Шкала и критерии оценивания формируемых компетенций
в процессе изучения дисциплины, соотнесенные с этапами их формирования

Контролируемые модули / разделы / темы дисциплины	Форма оценочного средства	Шкала оценивания	Критерии оценки
ОПК-2 способностью анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования			
Раздел 2. Алгебраические и трансцендентные уравнения	Контрольная работа	«Отлично» (10 баллов)	Задание выполнено полностью верно в соответствии с предложенными требованиями к оформлению. Составлена формализованная модель предложенной задачи для последующего выполнения компьютерного моделирования. Численный метод реализован полностью и правильно. Получены верные результаты, выполнен их анализ, в результате анализа сделаны верные выводы. Работа выполнялась самостоятельно.
		«Хорошо» (7-9 баллов)	Задание выполнено полностью верно. Составлена формализованная модель предложенной задачи для последующего выполнения компьютерного моделирования. Численный метод реализован полностью и правильно. Получены верные результаты, но не выполнен их анализ или в результате анализа сделаны неверные выводы. Работа выполнялась самостоятельно.
		«Удовлетворительно» (4-6 баллов)	Задание выполнено не полностью или имеются погрешности. Составлена формализованная модель предложенной задачи для последующего выполнения компьютерного моделирования, но в ходе реализации численного метода были допущены неточности и погрешности, которые легко устранимы в ходе доработки модели. При выполнении работы имелись обращения за помощью.
		«Неудовлетворительно» (0-3 балла)	Работа не выполнена или выполнена неверно. Не составлена или неверно составлена формализованная модель предложенной задачи. Численный метод не реализован.
Раздел 3. Вычислительные методы линейной алгебры	Контрольная работа	«Отлично» (10 баллов)	Задание выполнено полностью верно в соответствии с предложенными требованиями к оформлению. Составлена формализованная модель предложенной задачи для последующего выполнения компьютерного моделирования. Численный метод реализован полностью и правильно. Получены верные результаты, выполнен их анализ, в результате анализа сделаны верные выводы. Работа выполнялась самостоятельно.
		«Хорошо» (7-9 баллов)	Задание выполнено полностью верно. Составлена формализованная модель предложенной задачи для последующего выполнения компьютерного моделирования. Численный метод реализован полностью и правильно. Получены верные результаты, но не выполнен их анализ или в результате анализа сделаны неверные выводы. Работа выполнялась само-

			стоятельно.
		«Удовлетворительно» (4-6 баллов)	Задание выполнено не полностью или имеются погрешности. Составлена формализованная модель предложенной задачи для последующего выполнения компьютерного моделирования, но в ходе реализации численного метода были допущены неточности и погрешности, которые легко устранимы в ходе доработки модели. При выполнении работы имелись обращения за помощью.
		«Неудовлетворительно» (0-3 балла)	Работа не выполнена или выполнена неверно. Не составлена или неверно составлена формализованная модель предложенной задачи. Численный метод не реализован.
Раздел 4. Приближение функций	Контрольная работа	«Отлично» (10 баллов)	Задание выполнено полностью верно в соответствии с предложенными требованиями к оформлению. Составлена формализованная модель предложенной задачи для последующего выполнения компьютерного моделирования. Численный метод реализован полностью и правильно. Получены верные результаты, выполнен их анализ, в результате анализа сделаны верные выводы. Работа выполнялась самостоятельно.
		«Хорошо» (7-9 баллов)	Задание выполнено полностью верно. Составлена формализованная модель предложенной задачи для последующего выполнения компьютерного моделирования. Численный метод реализован полностью и правильно. Получены верные результаты, но не выполнен их анализ или в результате анализа сделаны неверные выводы. Работа выполнялась самостоятельно.
		«Удовлетворительно» (4-6 баллов)	Задание выполнено не полностью или имеются погрешности. Составлена формализованная модель предложенной задачи для последующего выполнения компьютерного моделирования, но в ходе реализации численного метода были допущены неточности и погрешности, которые легко устранимы в ходе доработки модели. При выполнении работы имелись обращения за помощью.
		«Неудовлетворительно» (0-3 балла)	Работа не выполнена или выполнена неверно. Не составлена или неверно составлена формализованная модель предложенной задачи. Численный метод не реализован.
Раздел 5. Численное дифференцирование и интегрирование	Контрольная работа	«Отлично» (10 баллов)	Задание выполнено полностью верно в соответствии с предложенными требованиями к оформлению. Составлена формализованная модель предложенной задачи для последующего выполнения компьютерного моделирования. Численный метод реализован полностью и правильно. Получены верные результаты, выполнен их анализ, в результате анализа сделаны верные выводы. Работа выполнялась самостоятельно.
		«Хорошо» (7-9 баллов)	Задание выполнено полностью верно. Составлена формализованная модель предложенной задачи для последующего выполнения компьютерного моделирования. Численный метод реализован полностью и правильно. Получены верные результаты, но не выполнен их анализ или в результате анализа сделаны неверные выводы. Работа выполнялась само-

			стоятельно.
		«Удовлетвори-тельно» (4-6 баллов)	Задание выполнено не полностью или имеются погрешности. Составлена формализован-ная модель предложенной задачи для последующего выполнения компьютерного моде-лирования, но в ходе реализации численного метода были допущены неточности и по-грешности, которые легко устранимы в ходе доработки модели. При выполнении работы имелись обращения за помощью.
		«Неудовлетво-рительно» (0-3 балла)	Работа не выполнена или выполнена неверно. Не составлена или неверно составлена формализованная модель предложенной задачи. Численный метод не реализован.
Раздел 6. Вероят-ностные методы. Применение чис-ленных методов в экономике	Кон-трольная работа	«Отлично» (10 баллов)	Задание выполнено полностью верно в соответствии с предложенными требованиями к оформлению. Составлена формализованная модель предложенной задачи для последую-щего выполнения компьютерного моделирования. Численный метод реализован полно-стью и правильно. Получены верные результаты, выполнен их анализ, в результате ана-лиза сделаны верные выводы. Работа выполнялась самостоятельно.
		«Хорошо» (7-9 баллов)	Задание выполнено полностью верно. Составлена формализованная модель предложен-ной задачи для последующего выполнения компьютерного моделирования. Численный метод реализован полностью и правильно. Получены верные результаты, но не выполнен их анализ или в результате анализа сделаны неверные выводы. Работа выполнялась само-стоятельно.
		«Удовлетвори-тельно» (4-6 баллов)	Задание выполнено не полностью или имеются погрешности. Составлена формализован-ная модель предложенной задачи для последующего выполнения компьютерного моде-лирования, но в ходе реализации численного метода были допущены неточности и по-грешности, которые легко устранимы в ходе доработки модели. При выполнении работы имелись обращения за помощью.
		«Неудовлетво-рительно» (0-3 балла)	Работа не выполнена или выполнена неверно. Не составлена или неверно составлена формализованная модель предложенной задачи. Численный метод не реализован.
ПК-7 способностью проводить описание прикладных процессов и информационного обеспечения решения прикладных задач			
Раздел 1. Матема-тическая модель и погрешности	Кон-трольная работа	«Отлично» (10 баллов)	Задание выполнено полностью верно в соответствии с предложенными требованиями к оформлению. Составлена формализованная модель предложенной задачи для последую-щего выполнения компьютерного моделирования. Численный метод реализован полно-стью и правильно. Получены верные результаты, выполнен их анализ, в результате ана-лиза сделаны верные выводы. Работа выполнялась самостоятельно.
		«Хорошо» (7-9 баллов)	Задание выполнено полностью верно. Составлена формализованная модель предложен-ной задачи для последующего выполнения компьютерного моделирования. Численный

			метод реализован полностью и правильно. Получены верные результаты, но не выполнен их анализ или в результате анализа сделаны неверные выводы. Работа выполнялась самостоятельно.
		«Удовлетворительно» (4-6 баллов)	Задание выполнено не полностью или имеются погрешности. Составлена формализованная модель предложенной задачи для последующего выполнения компьютерного моделирования, но в ходе реализации численного метода были допущены неточности и погрешности, которые легко устранимы в ходе доработки модели. При выполнении работы имелись обращения за помощью.
		«Неудовлетворительно» (0-3 балла)	Работа не выполнена или выполнена неверно. Не составлена или неверно составлена формализованная модель предложенной задачи. Численный метод не реализован.
Раздел 2. Алгебраические и трансцендентные уравнения	Контрольная работа	«Отлично» (10 баллов)	Задание выполнено полностью верно в соответствии с предложенными требованиями к оформлению. Составлена формализованная модель предложенной задачи для последующего выполнения компьютерного моделирования. Численный метод реализован полностью и правильно. Получены верные результаты, выполнен их анализ, в результате анализа сделаны верные выводы. Работа выполнялась самостоятельно.
		«Хорошо» (7-9 баллов)	Задание выполнено полностью верно. Составлена формализованная модель предложенной задачи для последующего выполнения компьютерного моделирования. Численный метод реализован полностью и правильно. Получены верные результаты, но не выполнен их анализ или в результате анализа сделаны неверные выводы. Работа выполнялась самостоятельно.
		«Удовлетворительно» (4-6 баллов)	Задание выполнено не полностью или имеются погрешности. Составлена формализованная модель предложенной задачи для последующего выполнения компьютерного моделирования, но в ходе реализации численного метода были допущены неточности и погрешности, которые легко устранимы в ходе доработки модели. При выполнении работы имелись обращения за помощью.
		«Неудовлетворительно» (0-3 балла)	Работа не выполнена или выполнена неверно. Не составлена или неверно составлена формализованная модель предложенной задачи. Численный метод не реализован.
Раздел 3. Вычислительные методы линейной алгебры	Контрольная работа	«Отлично» (10 баллов)	Задание выполнено полностью верно в соответствии с предложенными требованиями к оформлению. Составлена формализованная модель предложенной задачи для последующего выполнения компьютерного моделирования. Численный метод реализован полностью и правильно. Получены верные результаты, выполнен их анализ, в результате анализа сделаны верные выводы. Работа выполнялась самостоятельно.
		«Хорошо» (7-9 баллов)	Задание выполнено полностью верно. Составлена формализованная модель предложенной задачи для последующего выполнения компьютерного моделирования. Численный

			метод реализован полностью и правильно. Получены верные результаты, но не выполнен их анализ или в результате анализа сделаны неверные выводы. Работа выполнялась самостоятельно.
		«Удовлетворительно» (4-6 баллов)	Задание выполнено не полностью или имеются погрешности. Составлена формализованная модель предложенной задачи для последующего выполнения компьютерного моделирования, но в ходе реализации численного метода были допущены неточности и погрешности, которые легко устранимы в ходе доработки модели. При выполнении работы имелись обращения за помощью.
		«Неудовлетворительно» (0-3 балла)	Работа не выполнена или выполнена неверно. Не составлена или неверно составлена формализованная модель предложенной задачи. Численный метод не реализован.
Раздел 4. Приближение функций	Контрольная работа	«Отлично» (10 баллов)	Задание выполнено полностью верно в соответствии с предложенными требованиями к оформлению. Составлена формализованная модель предложенной задачи для последующего выполнения компьютерного моделирования. Численный метод реализован полностью и правильно. Получены верные результаты, выполнен их анализ, в результате анализа сделаны верные выводы. Работа выполнялась самостоятельно.
		«Хорошо» (7-9 баллов)	Задание выполнено полностью верно. Составлена формализованная модель предложенной задачи для последующего выполнения компьютерного моделирования. Численный метод реализован полностью и правильно. Получены верные результаты, но не выполнен их анализ или в результате анализа сделаны неверные выводы. Работа выполнялась самостоятельно.
		«Удовлетворительно» (4-6 баллов)	Задание выполнено не полностью или имеются погрешности. Составлена формализованная модель предложенной задачи для последующего выполнения компьютерного моделирования, но в ходе реализации численного метода были допущены неточности и погрешности, которые легко устранимы в ходе доработки модели. При выполнении работы имелись обращения за помощью.
		«Неудовлетворительно» (0-3 балла)	Работа не выполнена или выполнена неверно. Не составлена или неверно составлена формализованная модель предложенной задачи. Численный метод не реализован.
Раздел 5. Численное дифференцирование и интегрирование	Контрольная работа	«Отлично» (10 баллов)	Задание выполнено полностью верно в соответствии с предложенными требованиями к оформлению. Составлена формализованная модель предложенной задачи для последующего выполнения компьютерного моделирования. Численный метод реализован полностью и правильно. Получены верные результаты, выполнен их анализ, в результате анализа сделаны верные выводы. Работа выполнялась самостоятельно.
		«Хорошо» (7-9 баллов)	Задание выполнено полностью верно. Составлена формализованная модель предложенной задачи для последующего выполнения компьютерного моделирования. Численный

			метод реализован полностью и правильно. Получены верные результаты, но не выполнен их анализ или в результате анализа сделаны неверные выводы. Работа выполнялась самостоятельно.
		«Удовлетворительно» (4-6 баллов)	Задание выполнено не полностью или имеются погрешности. Составлена формализованная модель предложенной задачи для последующего выполнения компьютерного моделирования, но в ходе реализации численного метода были допущены неточности и погрешности, которые легко устранимы в ходе доработки модели. При выполнении работы имелись обращения за помощью.
		«Неудовлетворительно» (0-3 балла)	Работа не выполнена или выполнена неверно. Не составлена или неверно составлена формализованная модель предложенной задачи. Численный метод не реализован.
Раздел 6. Вероятностные методы. Применение численных методов в экономике	Контрольная работа	«Отлично» (10 баллов)	Задание выполнено полностью верно в соответствии с предложенными требованиями к оформлению. Составлена формализованная модель предложенной задачи для последующего выполнения компьютерного моделирования. Численный метод реализован полностью и правильно. Получены верные результаты, выполнен их анализ, в результате анализа сделаны верные выводы. Работа выполнялась самостоятельно.
		«Хорошо» (7-9 баллов)	Задание выполнено полностью верно. Составлена формализованная модель предложенной задачи для последующего выполнения компьютерного моделирования. Численный метод реализован полностью и правильно. Получены верные результаты, но не выполнен их анализ или в результате анализа сделаны неверные выводы. Работа выполнялась самостоятельно.
		«Удовлетворительно» (4-6 баллов)	Задание выполнено не полностью или имеются погрешности. Составлена формализованная модель предложенной задачи для последующего выполнения компьютерного моделирования, но в ходе реализации численного метода были допущены неточности и погрешности, которые легко устранимы в ходе доработки модели. При выполнении работы имелись обращения за помощью.
		«Неудовлетворительно» (0-3 балла)	Работа не выполнена или выполнена неверно. Не составлена или неверно составлена формализованная модель предложенной задачи. Численный метод не реализован.
ПК-23 способностью применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач			
Раздел 1. Математическая модель и погрешности	Контрольная работа	«Отлично» (10 баллов)	Задание выполнено полностью верно в соответствии с предложенными требованиями к оформлению. Составлена формализованная модель предложенной задачи для последующего выполнения компьютерного моделирования. Численный метод реализован полностью и правильно. Получены верные результаты, выполнен их анализ, в результате анализа сделаны верные выводы. Работа выполнялась самостоятельно.
		«Хорошо»	Задание выполнено полностью верно. Составлена формализованная модель предложен-

		(7-9 баллов)	ной задачи для последующего выполнения компьютерного моделирования. Численный метод реализован полностью и правильно. Получены верные результаты, но не выполнен их анализ или в результате анализа сделаны неверные выводы. Работа выполнялась самостоятельно.
		«Удовлетворительно» (4-6 баллов)	Задание выполнено не полностью или имеются погрешности. Составлена формализованная модель предложенной задачи для последующего выполнения компьютерного моделирования, но в ходе реализации численного метода были допущены неточности и погрешности, которые легко устранимы в ходе доработки модели. При выполнении работы имелись обращения за помощью.
		«Неудовлетворительно» (0-3 балла)	Работа не выполнена или выполнена неверно. Не составлена или неверно составлена формализованная модель предложенной задачи. Численный метод не реализован.
Раздел 2. Алгебраические и трансцендентные уравнения	Контрольная работа	«Отлично» (10 баллов)	Задание выполнено полностью верно в соответствии с предложенными требованиями к оформлению. Составлена формализованная модель предложенной задачи для последующего выполнения компьютерного моделирования. Численный метод реализован полностью и правильно. Получены верные результаты, выполнен их анализ, в результате анализа сделаны верные выводы. Работа выполнялась самостоятельно.
		«Хорошо» (7-9 баллов)	Задание выполнено полностью верно. Составлена формализованная модель предложенной задачи для последующего выполнения компьютерного моделирования. Численный метод реализован полностью и правильно. Получены верные результаты, но не выполнен их анализ или в результате анализа сделаны неверные выводы. Работа выполнялась самостоятельно.
		«Удовлетворительно» (4-6 баллов)	Задание выполнено не полностью или имеются погрешности. Составлена формализованная модель предложенной задачи для последующего выполнения компьютерного моделирования, но в ходе реализации численного метода были допущены неточности и погрешности, которые легко устранимы в ходе доработки модели. При выполнении работы имелись обращения за помощью.
		«Неудовлетворительно» (0-3 балла)	Работа не выполнена или выполнена неверно. Не составлена или неверно составлена формализованная модель предложенной задачи. Численный метод не реализован.
Раздел 3. Вычислительные методы линейной алгебры	Контрольная работа	«Отлично» (10 баллов)	Задание выполнено полностью верно в соответствии с предложенными требованиями к оформлению. Составлена формализованная модель предложенной задачи для последующего выполнения компьютерного моделирования. Численный метод реализован полностью и правильно. Получены верные результаты, выполнен их анализ, в результате анализа сделаны верные выводы. Работа выполнялась самостоятельно.
		«Хорошо»	Задание выполнено полностью верно. Составлена формализованная модель предложен-

		(7-9 баллов)	ной задачи для последующего выполнения компьютерного моделирования. Численный метод реализован полностью и правильно. Получены верные результаты, но не выполнен их анализ или в результате анализа сделаны неверные выводы. Работа выполнялась самостоятельно.
		«Удовлетворительно» (4-6 баллов)	Задание выполнено не полностью или имеются погрешности. Составлена формализованная модель предложенной задачи для последующего выполнения компьютерного моделирования, но в ходе реализации численного метода были допущены неточности и погрешности, которые легко устранимы в ходе доработки модели. При выполнении работы имелись обращения за помощью.
		«Неудовлетворительно» (0-3 балла)	Работа не выполнена или выполнена неверно. Не составлена или неверно составлена формализованная модель предложенной задачи. Численный метод не реализован.
Раздел 4. Приближение функций	Контрольная работа	«Отлично» (10 баллов)	Задание выполнено полностью верно в соответствии с предложенными требованиями к оформлению. Составлена формализованная модель предложенной задачи для последующего выполнения компьютерного моделирования. Численный метод реализован полностью и правильно. Получены верные результаты, выполнен их анализ, в результате анализа сделаны верные выводы. Работа выполнялась самостоятельно.
		«Хорошо» (7-9 баллов)	Задание выполнено полностью верно. Составлена формализованная модель предложенной задачи для последующего выполнения компьютерного моделирования. Численный метод реализован полностью и правильно. Получены верные результаты, но не выполнен их анализ или в результате анализа сделаны неверные выводы. Работа выполнялась самостоятельно.
		«Удовлетворительно» (4-6 баллов)	Задание выполнено не полностью или имеются погрешности. Составлена формализованная модель предложенной задачи для последующего выполнения компьютерного моделирования, но в ходе реализации численного метода были допущены неточности и погрешности, которые легко устранимы в ходе доработки модели. При выполнении работы имелись обращения за помощью.
		«Неудовлетворительно» (0-3 балла)	Работа не выполнена или выполнена неверно. Не составлена или неверно составлена формализованная модель предложенной задачи. Численный метод не реализован.
Раздел 5. Численное дифференцирование и интегрирование	Контрольная работа	«Отлично» (10 баллов)	Задание выполнено полностью верно в соответствии с предложенными требованиями к оформлению. Составлена формализованная модель предложенной задачи для последующего выполнения компьютерного моделирования. Численный метод реализован полностью и правильно. Получены верные результаты, выполнен их анализ, в результате анализа сделаны верные выводы. Работа выполнялась самостоятельно.
		«Хорошо»	Задание выполнено полностью верно. Составлена формализованная модель предложен-

		(7-9 баллов)	ной задачи для последующего выполнения компьютерного моделирования. Численный метод реализован полностью и правильно. Получены верные результаты, но не выполнен их анализ или в результате анализа сделаны неверные выводы. Работа выполнялась самостоятельно.
		«Удовлетворительно» (4-6 баллов)	Задание выполнено не полностью или имеются погрешности. Составлена формализованная модель предложенной задачи для последующего выполнения компьютерного моделирования, но в ходе реализации численного метода были допущены неточности и погрешности, которые легко устранимы в ходе доработки модели. При выполнении работы имелись обращения за помощью.
		«Неудовлетворительно» (0-3 балла)	Работа не выполнена или выполнена неверно. Не составлена или неверно составлена формализованная модель предложенной задачи. Численный метод не реализован.
Раздел 6. Вероятностные методы. Применение численных методов в экономике	Контрольная работа	«Отлично» (10 баллов)	Задание выполнено полностью верно в соответствии с предложенными требованиями к оформлению. Составлена формализованная модель предложенной задачи для последующего выполнения компьютерного моделирования. Численный метод реализован полностью и правильно. Получены верные результаты, выполнен их анализ, в результате анализа сделаны верные выводы. Работа выполнялась самостоятельно.
		«Хорошо» (7-9 баллов)	Задание выполнено полностью верно. Составлена формализованная модель предложенной задачи для последующего выполнения компьютерного моделирования. Численный метод реализован полностью и правильно. Получены верные результаты, но не выполнен их анализ или в результате анализа сделаны неверные выводы. Работа выполнялась самостоятельно.
		«Удовлетворительно» (4-6 баллов)	Задание выполнено не полностью или имеются погрешности. Составлена формализованная модель предложенной задачи для последующего выполнения компьютерного моделирования, но в ходе реализации численного метода были допущены неточности и погрешности, которые легко устранимы в ходе доработки модели. При выполнении работы имелись обращения за помощью.
		«Неудовлетворительно» (0-3 балла)	Работа не выполнена или выполнена неверно. Не составлена или неверно составлена формализованная модель предложенной задачи. Численный метод не реализован.

6.2.2 Промежуточная аттестация

Показатели оценивания компетенций в результате изучения дисциплины
в процессе освоения образовательной программы

Показатели оценивания компетенций	
ОПК-2 способностью анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования	
Знает	приемы и численные методы решения задач прикладной области
Умеет	проводить формализацию и реализацию решения прикладных задач; выбирать оптимальный численный метод решения поставленной задачи, давать математические характеристики точности исходной информации и оценивать точность полученного численного решения; выбирать методы моделирования систем, структурировать и анализировать цели функции систем управления, проводить системный анализ прикладной области; давать оценку полученным в ходе математического решения результатам
Владеет	навыками численного решения моделей прикладных задач
ПК-7 способностью проводить описание прикладных процессов и информационного обеспечения решения прикладных задач	
Знает	алгоритмы численных методов и информационные технологии, их реализующие.
Умеет	выбирать инструментальные средства реализации предложенного численного метода; использовать современные компьютерные технологии и пакеты прикладных программ для решения численных задач.
Владеет	навыками работы с инструментальными средствами моделирования предметной области, прикладных и информационных процессов; навыками и приемами работы с прикладными программами, реализующими численный метод.
ПК-23 способностью применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач	
Знает	приемы и численные методы решения задач прикладной области.
Умеет	проводить формализацию и реализацию решения прикладных задач; выбирать оптимальный численный метод решения поставленной задачи, давать математические характеристики точности исходной информации и оценивать точность полученного численного решения; выбирать методы моделирования систем, структурировать и анализировать цели функции систем управления, проводить системный анализ прикладной области.
Владеет	навыками численного решения моделей прикладных задач.

Показатели оценивания компетенций

Оценка	Критерии оценки
На зачете	
Зачтено (61-100 баллов)	Выставляется студенту, если он определяет рассматриваемые понятия четко и полно, приводя соответствующие примеры, если им составлена формализованная модель предложенной задачи с последующим выполнением компьютерного моделирования. Получены верные результаты. Выполнен полный и грамотный анализ предложенной ситуации. Присутствие сформированной компетенции на продвинутом уровне свидетельствует о высоких результатах освоения дисциплины
	Выставляется студенту, если он допускает отдельные погрешности в ответе, им составлена формализованная модель предложенной задачи с последующим выполнением компьютерного моделирования. Получены верные результаты, но не выполнен их анализ или в результате анализа сделаны неверные выводы. Присутствие сформированной компетенции на повышенном уровне следует оценить как положительное и устойчиво закрепленное в практическом навыке
	Выставляется студенту, если он обнаруживает пробелы в знаниях основного учебно-программного материала; практические задачи решаются не в полном объеме; им составлена формализованная модель предложенной задачи с последующим выполнением компьютерного моделирования, но в ходе реализации метода были допущены неточности и погрешности, которые легко устранимы в ходе доработки модели. Поскольку выявлено наличие сформированной компетенции, ее следует оценивать положительно, но на низком уровне
Незачтено (менее 61 балла)	Выставляется студенту, если он обнаруживает существенные пробелы в знаниях основных положений учебной дисциплины, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи. Не составлена или неверно составлена формализованная модель предложенной задачи, не выполнено компьютерное моделирование. Отсутствие подтверждения наличия сформированности компетенции свидетельствует об отрицательных результатах освоения дисциплины
На зачете с оценкой	
Отлично (91-100 баллов)	Выставляется студенту, если он определяет рассматриваемые понятия четко и полно, приводя соответствующие примеры, если им составлена формализованная модель предложенной задачи с последующим выполнением компьютерного моделирования. Получены верные

	результаты. Выполнен полный и грамотный анализ предложенной ситуации. Присутствие сформированной компетенции на продвинутом уровне свидетельствует о высоких результатах освоения дисциплины
Хорошо (78-90 баллов)	Выставляется студенту, если он допускает отдельные погрешности в ответе, им составлена формализованная модель предложенной задачи с последующим выполнением компьютерного моделирования. Получены верные результаты, но не выполнен их анализ или в результате анализа сделаны неверные выводы. Присутствие сформированной компетенции на повышенном уровне следует оценить как положительное и устойчиво закрепленное в практическом навыке
Удовлетворительно (61-77 баллов)	Выставляется студенту, если он обнаруживает пробелы в знаниях основного учебно-программного материала; практические задачи решаются не в полном объеме; им составлена формализованная модель предложенной задачи с последующим выполнением компьютерного моделирования, но в ходе реализации метода были допущены неточности и погрешности, которые легко устранимы в ходе доработки модели. Поскольку выявлено наличие сформированной компетенции, ее следует оценивать положительно, но на низком уровне
Неудовлетворительно (менее 61 балла)	Выставляется студенту, если он обнаруживает существенные пробелы в знаниях основных положений учебной дисциплины, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи. Не составлена или неверно составлена формализованная модель предложенной задачи, не выполнено компьютерное моделирование. Отсутствие подтверждения наличия сформированности компетенции свидетельствует об отрицательных результатах освоения дисциплины

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

6.3.1 Текущий контроль

Типовые контрольные задания
для оценки сформированности компетенций в процессе изучения
дисциплины, соотнесенные с этапами их формирования

Контролируемые модули / разделы / темы дисциплины	Форма оценочного средства	№ задания
ОПК-2 способностью анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования		

Раздел 2. Алгебраические и трансцендентные уравнения	Контрольная работа	Задания 4-9
Раздел 3. Вычислительные методы линейной алгебры	Контрольная работа	Задания 10-15
Раздел 4. Приближение функций	Контрольная работа	Задание 16-21
Раздел 5. Численное дифференцирование и интегрирование	Контрольная работа	Задание 22-30
Раздел 6. Вероятностные методы. Применение численных методов в экономике	Контрольная работа	Задание 31-32
ПК-7 способностью проводить описание прикладных процессов и информационного обеспечения решения прикладных задач		
Раздел 1. Математическая модель и погрешности	Контрольная работа	Задания 1-3
Раздел 2. Алгебраические и трансцендентные уравнения	Контрольная работа	Задание 4-9
Раздел 3. Вычислительные методы линейной алгебры	Контрольная работа	Задания 10-15
Раздел 4. Приближение функций	Контрольная работа	Задание 16-21
Раздел 5. Численное дифференцирование и интегрирование	Контрольная работа	Задание 22-30
Раздел 6. Вероятностные методы. Применение численных методов в экономике	Контрольная работа	Задание 31-32
ПК-23 способностью применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач		
Раздел 1. Математическая модель и погрешности	Контрольная работа	Задания 1-3
Раздел 2. Алгебраические и трансцендентные уравнения	Контрольная работа	Задания 4-9
Раздел 3. Вычислительные методы линейной алгебры	Контрольная работа	Задание 10-15
Раздел 4. Приближение функций	Контрольная работа	Задания 16-21
Раздел 5. Численное дифференцирование и интегрирование	Контрольная работа	Задания 22-30
Раздел 6. Вероятностные методы. Применение численных методов в экономике	Контрольная работа	Задание 31-32

Типовые задания для выполнения контрольной работы

Пример задания.

Задание 1. Средняя длина авиалинии от Нью-Йорка до Сан-Франциско равняется 2700 миль, но может быть на 200 миль короче или длиннее в результате вариации маршрута самолета. Средняя скорость самолета на этой линии составляет 580 миль в час, но может оказаться на 0 миль больше или меньше из-за ветра. Каковы верхний и нижний пределы времени полета.

Задание 2. Вычислить значение функции u и ее предельные абсолютную и относительную погрешности, если известны погрешности ее аргументов. Найти количество верных значащих цифр функции u (в широком и узком смысле). Параметры m и k заданы точно.

$$u = \ln(mx + ky), \quad x = 3,56 \pm 0,04, \quad y = 2,56 \pm 2\%, \quad m = 7, \quad k = 2,1.$$

Задание 3. Опытным путем определить наименьшее значение с плавающей точкой, наибольшее значение и относительную погрешность представления числа для программы *Калькулятор* в Windows.

Задание 4. Для уравнения $e^{-\cos x} - x^3 = 0$:

- а) найти графическим способом с точностью до 0,1 интервалы, содержащие корни;
- б) для каждого интервала проверить условие применимости методов итераций и Ньютона;
- в) уточнить корни методом итераций или Ньютона, если выполняется условие сходимости, или методом половинного деления, с точностью 0,0001.

Задание 5. Определить корни уравнения $x^{3,7} + 8x - 12 = 0$ и вычислить значения корней уравнения с погрешностью $\varepsilon = 10^{-3}$ методом хорд.

Задание 6. Методом касательных определить значение корня уравнения $5x^4 + 10x^3 - 5x - 5 = 0$ с погрешностью $\varepsilon = 10^{-3}$ на отрезке $[0,8; 1]$.

Задание 7. Найти приближенное решение системы двух уравнений графическим способом и уточнить его методом Ньютона или итераций с точностью 0,0001:

$$\begin{cases} \sin x^2 + y = 1 \\ y^2 - \ln x = 1 \end{cases}$$

Задание 8. Решить систему уравнений
$$\begin{cases} x - \sqrt{y} = 0 \\ x + 1 = \arcsin y \end{cases}.$$

Задание 9. Методом вариации параметра решить систему:

$$\begin{cases} x^2 + y^2 - 15 = 0 \\ x^2 + y = 8 \end{cases}.$$

Задание 10. Решить систему линейных уравнений $Ax=b$ в электронных таблицах методом Гаусса:

$$A = \begin{pmatrix} -7 & 2 & 5 & -5 \\ -1 & 1 & 1 & 7 \\ 3 & 3 & 4 & 4 \\ -1 & 2 & 4 & 5 \end{pmatrix}, \quad b = \begin{pmatrix} -2 \\ 3 \\ 2 \\ 8 \end{pmatrix}.$$

Задание 11. Для системы линейных уравнений проверить условие сходимости метода итераций и решить его:

$$\begin{cases} x_1 = 0,3x_2 + 0,4x_3 + 0,2x_4 - 1 \\ x_2 = 0,1x_1 - 0,14x_3 + 0,1x_4 - 1 \\ x_3 = 0,1x_1 + 0,1x_2 + 0,3x_4 + 2 \\ x_4 = 0,3x_1 - 0,4x_2 - 0,2x_3 + 0,1. \end{cases}$$

Задание 12. Решить систему линейных уравнений методом Зейделя, если выполняется условие сходимости:

$$\begin{cases} 12x_1 + 3x_2 - 2x_3 + 2x_4 = 1 \\ x_1 - 7x_2 + x_3 - x_4 = 6 \\ x_1 - 2x_2 + 11x_3 - 2x_4 = 2 \\ 11x_1 + 2x_2 - 2x_3 - 19x_4 = 11. \end{cases}$$

Задание 13. Вычислить определитель матрицы A методом Гаусса. Найти обратную матрицу A^{-1} методом Гаусса.

$$A = \begin{pmatrix} 3 & 5 & 3 & 5 \\ 4 & 1 & 2 & 6 \\ 5 & 1 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 4 & 8 \end{pmatrix}.$$

Задание 14. Для заданной матрицы: а) составить характеристическое уравнение и найти собственные значения; б) найти собственные векторы.

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 0 \\ 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 2 \end{pmatrix}.$$

Задание 15. Для заданной матрицы найти методом итераций наибольшее собственное значение и соответствующий собственный вектор.

$$1 \begin{pmatrix} 7 & 2 & 5 & 5 \\ 1 & 1 & 1 & 7 \\ 3 & 3 & 4 & 4 \\ 1 & 2 & 4 & 5 \end{pmatrix}.$$

Задание 16. Заданы значения y_i функции $f(x)$ в точках x_i . Найти значение функции $f(x)$ при $x=x^*$. Решить задачу с помощью интерполяционного многочлена Лагранжа 3-го порядка. Исходные данные приведены в таблице.

x_i	0	1	3	5
y_i	11	12	13	14

причем, $x^*=2$.

Задание 17. Заданы значения y_i функции $f(x)$ в узлах x_i , получающихся делением отрезка $[1; 2]$ на 5 частей. Найти значение функции $f(x)$ при $x=1,1$ с помощью первой интерполяционной формулы Ньютона. Исходные данные приведены в таблице.

x_i	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
y_i	0,8	2,0	2,8	4,0	5,2	6,0

Решить поставленную задачу с помощью кубического сплайна.

Задание 18. Для функции $y=f(x)$ на отрезке $[a; b]$ построить интерполяционный многочлен Чебышева 3-го порядка, если $f(x)$ – нечетная функция, или 4-го порядка, если $f(x)$ – четная функция. Построить графики данной функции и многочлена Чебышева. $f(x) = \frac{x^3}{27}$ на отрезке $[-3; 3]$.

Задание 19. Численность популяции живых организмов $N(t_i)$ в заданные моменты времени t_i известна. Предполагая, что функция $N(t)$ имеет вид ae^{bt} , найти методом наименьших квадратов параметры a , b и вычислить прогнозное значение численности на момент времени t^* . Исходные данные приведены в таблице.

t	0	2	3	5
N	110	130	147	161

причем, $t^*=6$.

Задание 20. Определить методом наименьших квадратов коэффициенты линейной комбинации тригонометрических функций по табличным значениям (t_i, y_i) . Если по заданным значениям функции можно предположить (приблизительно), что $y(x)$ – нечетная, то применить в качестве аппроксимирующей функции $F(t) = a_1 \sin t + a_2 \sin 2t + a_3 \sin 3t$, а если $y(x)$ – четная функция, взять в качестве аппроксимирующей функции $F(t) = a_1 \cos t + a_2 \cos 2t + a_3 \cos 3t$. Построить точки (t_i, y_i) и графи функции $F(t)$ на отрезке $[-3; 3]$ с шагом 0,5. Исходные данные приведены в таблице.

t_i	-2,0	-1,5	-1,0	-0,5	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0
y_i	-0,2	-3,4	-5,2	-3,7	0,0	3,7	4,9	3,4	0,2

Задание 21. По методу наименьших квадратов найти приближение функции $y=f(x)$, заданное таблицей:

x_i	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
y_i	3,230	3,253	3,261	3,252	3,228	3,181	3,127	3,059

Задание 22. Вычислить приближенное значение производной первого порядка для функции, заданной таблично:

x_i	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
y_i	-3,0	-1,5	0,0	1,5	3,0	4,5	6,0	7,5	9,0	10,5	12,0

Задание 23. Для функции $u(x; y)$, заданной в прямоугольной области $x \in [a; b]$, $y \in [c; d]$, вычислить таблицу значений на сетке с шагом h_x по переменной x , h_y по переменной y ; найти с помощью разностных формул указанные частные производные. Результаты сравнить с точными значениями производной.

$u(x; y) = \sin^2 x \cos y$, $[a; b] = [0; 1]$, $h_x = 0,1$, $[c; d] = [0; 1]$, $h_y = 0,2$. Вычислить u_{xx} .

Задание 24. Вычислить первую и вторую производные в узлах интерполяции для таблично заданной функции:

x_i	0	0,1	0,3	0,5	0,8	1,0
y_i	-3,0	-2,7	-2,4	-2,1	-1,8	-1,5

Задание 25. Вычислить определенный интеграл $\int_1^3 \frac{\sin^{1,4} x}{x^{3,2}} dx$ методом средних прямоугольников с точностью $\varepsilon = 0,01$.

Задание 26. Вычислить интеграл с переменным пределом t , $t \in [1; 2]$ методом Симпсона с заданной точностью $\varepsilon = 0,0001$, изменяя t с шагом $h_t = 0,2$.

$$\int_t^4 \frac{\sin x + x}{\lg \sqrt{x}} dx.$$

Задание 27. Вычислить интеграл от функции $y=f(x)$, заданной таблично, методом трапеций или методом Симпсона.

x_i	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
y_i	-3,0	-2,7	-2,4	-2,1	-1,8	-1,5	-1,2	-0,9	-0,6	-0,3	0,0

Задание 28. Решить задачу Коши $y'(x) = f(x; y)$, $y(x_0) = y_0$ на отрезке $[0; 2]$ методом Рунге-Кутты четвертого порядка, применяя деление отрезка на $N=10$ частей. Оценить погрешность. $y'(x) = \sin xy^2$, $y(0)=1$.

Задание 29. Решить задачу Коши для дифференциального уравнения $y''(x) = xy'(x)$ сведением к задаче Коши системы уравнений первого порядка, где $y(0)=1$, $y'(0)=1$, $y''(0)=1$ на отрезке $[0; 2]$, $N=40$.

Задание 30. Решить краевую задачу методом прогонки или пристрелки. $y''(x) - 2x^2 \cdot y(x) = \cos x$, $y(1)=1$, $y(2)=2$ на отрезке $[1; 2]$, $N=20$.

Задание 31. Пользуясь методом Монте-Карло вычислить интеграл $\int_0^1 \int_0^2 \int_0^3 xyz dx dy dz$.

Задание 32. Решить систему линейных уравнений методом Монте-Карло:

$$\begin{cases} x_1 = 0,2x_1 + 0,1x_2 + 0,5 \\ x_2 = 0,1x_1 + 0,5x_2 + 0,6 \end{cases}$$

Проверить полученное решение подстановкой.

6.3.2 Промежуточная аттестация

Типовые контрольные задания
для оценки сформированности компетенций в результате изучения
дисциплины в процессе освоения образовательной программы,
соотнесенные с этапами их формирования

Контролируемые модули / разделы / темы дисциплины	№ вопроса / задания для проверки уровня обученности		
	Знать	Уметь	Владеть
ОПК-2 способностью анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования			
Раздел 2. Алгебраические и трансцендентные уравнения	Вопросы 23-35	Задание 15-17, 20-21, 27-29	Задание 4-9
Раздел 3. Вычислительные методы линейной алгебры	Вопросы 36-46	Задание 18-19, 22-26	Задания 10-15
Раздел 4. Приближение функций	Вопросы 47-63	Задание 30-32	Задание 16-21
Раздел 5. Численное дифференцирование и интегрирование	Вопросы 64-81	Задание 33-44	Задание 22-30
Раздел 6. Вероятностные методы. Применение численных методов в экономике	Вопросы 82-85	Задание 45	Задание 31-32
ПК-7 способностью проводить описание прикладных процессов и информационного обеспечения решения прикладных задач			
Раздел 1. Математическая модель и погрешности	Вопросы 1-22	Задание 1-14	Задания 1-3
Раздел 2. Алгебраические и трансцендентные уравнения	Вопросы 23-35	Задание 15-17, 20-21, 27-29	Задание 4-9
Раздел 3. Вычислительные методы линейной алгебры	Вопросы 36-46	Задание 18-19, 22-26	Задания 10-15
Раздел 4. Приближение функций	Вопросы 47-63	Задание 30-32	Задание 16-21
Раздел 5. Численное дифференцирование и интегрирование	Вопросы 64-81	Задание 33-44	Задание 22-30
Раздел 6. Вероятностные методы. Применение численных методов в экономике	Вопросы 82-85	Задание 45	Задание 31-32
ПК-23 способностью применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач			

Раздел 1. Математическая модель и погрешности	Вопросы 1-22	Задание 1-14	Задания 1-3
Раздел 2. Алгебраические и трансцендентные уравнения	Вопросы 23-35	Задание 15-17, 20-21, 27-29	Задание 4-9
Раздел 3. Вычислительные методы линейной алгебры	Вопросы 36-46	Задание 18-19, 22-26	Задания 10-15
Раздел 4. Приближение функций	Вопросы 47-63	Задание 30-32	Задание 16-21
Раздел 5. Численное дифференцирование и интегрирование	Вопросы 64-81	Задание 33-44	Задание 22-30
Раздел 6. Вероятностные методы. Применение численных методов в экономике	Вопросы 82-85	Задание 45	Задание 31-32

Вопросы для проверки уровня обученности ЗНАТЬ (ответьте на теоретические вопросы)

1. В каких случаях используют приближенные числа?
2. Что такое приближенное число по избытку? По недостатку?
3. Что называют погрешностью приближенного числа?
4. Что такое абсолютная погрешность приближенного числа?
5. Что называют относительной погрешностью приближенного числа?
6. Зачем вводят понятие относительной погрешности?
7. Что такое предельные абсолютная и относительная погрешности?
8. Какие существуют источники погрешностей?
9. Что такое значащая цифра десятичного числа?
10. Какие цифры десятичного числа называют верными?
11. Как производят округление десятичных чисел?
12. Как определить число верных цифр приближенного числа?
13. Как определить предельную относительную погрешность приближенного числа по количеству его верных цифр?
14. Как найти погрешность суммы приближенных чисел?
15. Как найти погрешность разности приближенных чисел?
16. Как найти погрешность произведения приближенных чисел?
17. Как найти погрешность частного приближенных чисел?
18. Как формулируется основная задача теории погрешностей?
19. Как найти погрешность дифференцируемой функции?
20. Как формулируется обратная задача теории погрешностей?
21. Как определить необходимую точность представления аргументов для вычисления дифференцируемой функции с заданной погрешностью?
22. Как выполняются вычисления без точного учета погрешностей?
23. Что значит решить уравнение?
24. В чем достоинства и недостатки графического метода решения уравнения?
25. Как формулируется задача отделения корней уравнения?
26. Какие существуют способы отделения корней?
27. Как определить, что в некотором числовом множестве имеется корень уравнения, и только один?
28. В чем сущность метода половинного деления?
29. Как решается уравнение методом хорд?

30. Как решается уравнение методом касательных?
31. В каких случаях нельзя применять комбинированный метод хорд и касательных?
32. Когда можно использовать метод итераций?
33. В чем сущность метода простой итерации?
34. Как решается система уравнений методом вариации параметра?
35. Какой порядок решения системы итерационным методом?
36. Что такое определитель матрицы?
37. Как вычисляются определители второго и третьего порядков?
38. Как вычисляется определитель порядка больше 3?
39. Что такое матрица системы линейных уравнений? Расширенная матрица?
40. Какая система линейных уравнений называется совместной? Несовместной?
41. Какая система линейных уравнений называется определенной? Неопределенной?
42. Как решают систему линейных уравнений методом обратной матрицы?
43. Что такое разрешающее уравнение в методе Гаусса?
44. Как решают систему линейных уравнений методом Гаусса?
45. Как решают систему линейных уравнений методом простой итерации?
46. Как решают систему линейных уравнений методом Зейделя?
47. Как формулируется задача приближения функций?
48. Каковы причины возникновения задачи приближения функций?
49. Какой вид имеет интерполяционный многочлен Лагранжа?
50. Как определяется погрешность интерполяции?
51. Каковы преимущества и недостатки интерполяционного многочлена Лагранжа?
52. Что такое конечная разность первого порядка? Второго порядка, n -го порядка?
53. Как определяется конечная разность назад?
54. Что такое центральная разность?
55. Какой вид имеет первая интерполяционная формула Ньютона?
56. Какой вид имеет вторая интерполяционная формула Ньютона?
57. Когда используется первая интерполяционная формула Ньютона?
58. Когда используется вторая интерполяционная формула Ньютона?
59. Каковы преимущества и недостатки интерполяционных формул Ньютона?
60. В чем сущность приближения функций по методу наименьших квадратов?
61. Когда выбирается линейная, а когда выбирается квадратичная зависимость при приближении функций по методу наименьших квадратов?
62. Что такое сплайн?
63. В каком случае используется сплайн-интерполяция?
64. Почему возникает необходимость использования численных методов интегрирования?
65. В чем сущность численных методов интегрирования?
66. Когда квадратурная формула считается заданной?
67. Как именуются формулы приближенного интегрирования?
68. В чем сущность метода прямоугольников?
69. Как оценивается погрешность метода прямоугольников?
70. На чем основан метод трапеций?
71. Как оценить погрешность вычислений по методу трапеций?
72. В чем сущность метода парабол?
73. Как оценить погрешность вычислений по методу парабол?
74. Какими соотношениями связаны точность интегрирования и шаг интегрирования?
75. Какой общий порядок вычисления определенного интеграла с заданной точностью?
76. Как формулируется задача Коши?
77. Что представляет собой решение дифференциального уравнения?
78. В чем сущность метода Эйлера? Какова его геометрическая интерпретация?
79. Как оценивается погрешность вычислений по методу Эйлера?
80. В чем отличие методов Эйлера и Эйлера-Коши?

81. Какова погрешность вычислений по методу Эйлера-Коши?
82. Какой вид имеют расчетные формулы в методе Рунге-Кутты?
83. Какова погрешность вычислений по методу Рунге-Кутты?
84. В чем сущность вероятностных методов? Когда они используются?
85. В чем преимущество метода Монте-Карло?
88. Каковы возможности применения численных методов в экономике?

Вопросы / Задания для проверки уровня обученности УМЕТЬ

Ответить на вопросы теста:

1. Погрешностью исходных данных называется:

- а) погрешность задачи;
- б) погрешность метода;
- в) погрешность округлений;
- г) абсолютная погрешность;
- д) относительная погрешность;
- е) невязка;
- ж) полная погрешность.

2. Погрешностью метода называется:

- а) погрешность исходных данных;
- б) погрешность, возникающая при замене исходной математической модели другой;
- в) погрешность арифметических действий;
- г) величина, вычисляемая по правилу $\Delta a = |A - a|$, где A - точное значение, a - приближенное число;

д) величина, вычисляемая по правилу $\delta_a = \frac{|A - a|}{a}$, где A - точное число, a – приближённое чис-

ло;

е) величина $\|f(a)\|$;

ж) суммарная погрешность.

3. Найти абсолютную погрешность равенства

- а) 0,0033;
- б) 0,0029;
- в) 0,014;
- г) 0,00018.

4. Дано приближенное число x и его абсолютная погрешность Δ . $x = 2,71$ $\Delta = 0,007$ Найти относительную погрешность δ этого числа.

- а) 0,11%;
- б) 0,26%;
- в) 0,40%;
- г) 0,31%.

5. Дано приближенное число x и его относительная погрешность δ . $x = 25,6$ $\delta = 0,31\%$. Найти абсолютную погрешность Δ этого числа.

- а) 0,007;
- б) 0,07;
- в) 0,009;
- г) 0,08.

6. Выполнить сложение со строгим учетом погрешностей $x = 25 \pm 0,1$ $y = 13 \pm 0,2$ $x + y = ?$

- а) $38 \pm 0,3$;
- б) $33,3 \pm 0,04$;

в) $0,58 \pm 0,003$;

г) $0,36 \pm 0,003$.

7. Выполнить умножение со строгим учетом погрешностей $x = 0,17 \pm 0,001$ $y = 6,2 \pm 0,05$

$x \cdot y = ?$

а) $1,054 \pm 0,095$

б) $1,054 \pm 0,0147$;

в) $1,054 \pm 0,003$;

г) $1,054 \pm 0,054$.

8. Все цифры числа верные в узком смысле. Найти относительную погрешность 0,0256

а) 0,195%;

б) 0,0195%;

в) 0,00195%;

г) 0,00014%.

9. Выполнить вычитание со строгим учетом погрешностей $x = 12,7 \pm 0,02$ $y = 10,3 \pm 0,01$

а) $2,4 \pm 0,11$;

б) $2,4 \pm 0,03$;

в) $2,4 \pm 0,01$;

г) $2,4 \pm 0,28$.

10. Выполнить деление со строгим учетом погрешностей $x = 1,428 \pm 0,0001$ $y = 0,14 \pm 0,001$

а) $10,2 \pm 0,22$;

б) $10,2 \pm 0,37$;

в) $10,2 \pm 0,15$;

г) $10,2 \pm 0,075$.

11. Извлечь корень со строгим учетом погрешности: $156,25 \pm 0,001$

а) $\sqrt{x} = 12,500 \pm 0,0002$;

б) $\sqrt{x} = 12,500 \pm 0,00016$;

в) $\sqrt{x} = 12,500 \pm 0,0004$;

г) $\sqrt{x} = 12,500 \pm 0,00012$.

12. Возвести в куб со строгим учетом погрешностей: $1,56 \pm 0,003$

а) $3,796 \pm 0,022$;

б) $3,796 \pm 0,007$;

в) $3,796 \pm 0,037$;

г) $3,796 \pm 0,015$.

13. Выполнить действия над приближенными числами по правилам подсчета цифр:

$$25,4^2 - \sqrt{7,6}$$

а) 643,2;

б) 642;

в) 642,9;

г) 642,91.

14. Найти абсолютную погрешность равенства $\frac{1}{7} \approx 0,14$

а) 0,0033;

б) 0,0029;

в) 0,014;

г) 0,00018.

15. Метод последовательного исключения неизвестных решений СЛАУ с выбором главного элемента называется:

- а) метод Гаусса;
- б) L-U метод Холецкого;
- в) U^T -U метод Холецкого;
- г) метод простых итераций;
- д) метод Зейделя;
- е) метод Якоби;

16. Итерационный процесс нахождения корня уравнения $F(x)=0$ по формуле $x_{k+1} = x_k - \frac{f(x_k)}{f'(x_k)}$ называется:

- а) метод дихотомии;
- б) метод хорд;
- в) метод Ньютона;
- г) модифицированный метод Ньютона;
- д) разностный метод Ньютона;
- е) метод секущих;
- ж) метод неподвижной точки.

17. Итерационный процесс решения нелинейных систем вида $F(x)=0$, определяемый формулой $x_{k+1} = x_k - f(x_k) = \Psi(x_k)$ называется:

- а) метод неподвижной точки;
- б) метод Ньютона;
- в) модифицированный метод Ньютона;
- г) разностный метод Ньютона;
- д) метод Брауна;
- е) градиентного спуска.

18. Норма матрицы A, определённая в L_1 норме, имеет вид:

- а) $\|A\| = \max_{j=1..n} \sum_{i=1}^n |a_{ij}|$ (сумма элементов столбцов);
- б) $\|A\| = \sqrt{\lambda}$ (наибольшее собственное значение матрицы $A^T A$);
- в) $\|A\| = \max_{i=1..n} \sum_{j=1}^n |a_{ij}|$ (сумма элементов строк);
- г) $\|A\| = \max_{\|x\|=1} (Ax, x)$.

19. L-U методом Холецкого решения СЛАУ называется:

- а) метод последовательного исключения неизвестных решений СЛАУ с выбором главного элемента;
- б) метод решения СЛАУ, основанный на разложении матрицы системы в произведение левой и правой треугольных матриц;
- в) метод решения СЛАУ, основанный на разложении симметричной матрицы системы в произведении левой и правой треугольных матриц;
- г) итерационный процесс решения СЛАУ $Ax=B$, заданный рекуррентной формулой $x_{k+1} = (EA)x_k + B$;
- д) итерационный процесс решения СЛАУ $Ax=B$, заданный рекуррентной формулой $x_{k+1} = Bx_k + C$, для подсчета i-ой компоненты (k+1) приближения используются уже найденные на этом шаге новые значения первых (i-1) компонент;

е) итерационный процесс решения СЛАУ $Ax=B$, заданный рекуррентной формулой $X_{k+1} = -(L+R)^{-1}D^{-1}X_k + B D^{-1}$, где $A=L+D+R$, D -диагональная, L и R -левая и правая строго треугольные матрицы.

20. Методом Ньютона решения уравнений называется:

а) метод уточнения корня уравнения $F(x)=0$ на отрезке $[a, b]$ основанный на методе $c=(b-a)/2$; если $f(a)f(c)<0$, то $c=b$, иначе $c=a$;

б) метод уточнения корня уравнения $F(x)=0$ на отрезке $[a, b]$ основанный на методе

$$c = a - \frac{f(a)(b-a)}{f(b)-f(a)}; \text{ если } f(a)f(c)<0, \text{ то } c=b, \text{ иначе } c=a;$$

в) итерационный процесс нахождения корня уравнения $F(x)=0$ по формуле $x_{k+1} = x_k - \frac{f(x_k)}{f'(x_k)}$;

г) итерационный процесс нахождения корня уравнения $F(x)=0$ по формуле $x_{k+1} = x_k - \frac{f(x_k)}{f'(x_0)}$;

д) итерационный процесс нахождения корня уравнения $F(x)=0$ по формуле

$$x_{k+1} = x_k - \frac{h_k f(x_k)}{f(x_{k+1} + h_k) - f(x_k)};$$

е) итерационный процесс нахождения корня уравнения $F(x)=0$ по формуле

$$x_{k+1} = x_k - \frac{(x_{k-1} - x_k)f(x_k)}{f(x_{k-1}) - f(x_k)};$$

ж) итерационный процесс нахождения корня уравнения $F(x)=0$ по формуле $x_{k+1} = \Psi(x_k)$, где $\Psi(x_k) = x_k - f(x_k)$.

21. Разностным методом Ньютона решения систем уравнений называется:

а) итерационный процесс решения нелинейных систем вида $F(x)=0$, определяемый формулой

$$x_{k+1} = x_k - f(x_k) = \Psi(x_k);$$

б) итерационный процесс решения нелинейных систем вида $F(x)=0$, определяемый формулой

$$x_{k+1} = x_k - J^{-1}(x_k) F(x_k);$$

в) итерационный процесс решения нелинейных систем вида $F(x)=0$, определяемый формулой

$$x_{k+1} = x_k - J^{-1}(x_0) F(x_k);$$

г) итерационный процесс решения нелинейных систем вида $F(x)=0$, определяемый формулой

$$x_{k+1} = x_k - J^{-1}(x_k, h_k) F(x_k);$$

д) итерационный процесс решения нелинейных систем вида $\begin{cases} f(x, y) = 0 \\ g(x, y) = 0 \end{cases}$, определяемый форму-

лами $\begin{cases} x_{k+1} = x_k - p_k \\ y_{k+1} = y_k - g_r \end{cases}$, где $g_k = \frac{g(x_k, y_k) f'_x(x_k, y_k)}{f'_x(x_k, y_k) g'_y(x_k, y_k) - f'_y(x_k, y_k) g'_x(x_k, y_k)}$;

$$p_k = \frac{f(x_k, y_k) - g_k f'_y(x_k, y_k)}{f'_x(x_k, y_k)}; \quad x_k = x_k - \frac{f(x_k, y_k)}{f'_x(x_k, y_k)}.$$

е) итерационный процесс решения нелинейных систем вида $\begin{cases} f(x, y) = 0 \\ g(x, y) = 0 \end{cases}$, определяемый

формулой $\begin{cases} x_{k+1} = x_k - a_k \Phi_x(x_k, y_k) \\ y_{k+1} = y_k - a_k \Phi_y(x_k, y_k) \end{cases}$ где $\Phi(x, y) = f^2(x, y) + g^2(x, y)$.

22. Формула $\|A\| = \max_{i=1..n} \sum_{j=1}^n |a_{ij}|$ (сумма элементов строк) определяет:

а) L_1 - норму матрицы A ;

б) L_2 - норму матрицы A ;

в) L_∞ - норму матрицы A ;

г) L_p - норму матрицы A .

23. Норма матрицы $A = \{a_{ij}\}$ - это

- а) вектор – строка;
- б) число;
- в) вектор – столбец.

24. Норма 2 матрицы $\begin{pmatrix} 12 & 10 & -5 & -12 \\ 1 & 1 & -9 & 4 \\ 6 & -3 & 3 & 2 \\ 11 & 8 & -7 & 4 \end{pmatrix}$ равна

- а) 30;
- б) 39;
- в) 28,6356.

25. Процесс построения значения корней системы с заданной точностью в виде предела последовательности некоторых векторов называется

- а) итерационным;
- б) сходящимся;
- в) расходящимся.

26. Процесс Зейделя для линейной системы $X = \beta + \alpha X$ сходится к единственному решению при любом выборе начального приближения, если какая-нибудь из норм матрицы α

- а) больше единицы;
- б) меньше единицы;
- в) равна единице.

27. Процесс нахождения приближенных значений корней уравнения разбивается на

- а) построение графика и уточнение корней до заданной степени точности;
- б) отделение корней и уточнение корней до заданной степени точности;
- в) уточнение корней до заданной степени точности и определение погрешности приближения.

28. Количество действительных положительных корней алгебраического уравнения $P_n(x) = 0$ с действительными коэффициентами (подсчитываемыми каждый столько раз, какова его кратность) либо равно числу перемен знака в последовательности коэффициентов уравнения, либо на четное число меньше. Это правило

- а) Декарта;
- б) Штурма;
- в) Лагранжа.

29. Верхняя граница положительных корней уравнения $P_n(x) = 0$ по методу Лагранжа находится по формуле

- а) $R = 1 + \sqrt[m]{\frac{B}{a_0}}$, m - номер первого отрицательного коэффициента, B -наибольшая из абсолютных величин отрицательных коэффициентов $P_n(x)$;
- б) $R = 1 + \frac{A}{a_0}$;
- в) $x = R$, при котором $P_n(x)$ и все производные принимают положительные значения.

30. Интерполяционным многочленом называется многочлен

- а) значения которого в узлах интерполяции равны значению табличной функции в этих узлах;
- б) n -й степени;
- в) параболического вида.

31. Конечные табличные разности используются в интерполяционной формуле

- а) Гаусса для равноотстоящих узлов интерполяции;
- б) Эйткина для равноотстоящих узлов интерполяции;
- в) Ньютона для равноотстоящих узлов интерполяции;
- г) Лагранжа для равноотстоящих узлов интерполяции.

32. Первый интерполяционный многочлен Лагранжа имеет вид:

$$\text{а) } L_n(x) = \sum_{i=0}^n y_i \frac{(x-x_0)\dots(x-x_{i-1})(x-x_{i+1})\dots(x-x_n)}{(x_i-x_0)\dots(x_i-x_{i-1})(x_i-x_{i+1})\dots(x_i-x_n)};$$

$$\text{б) } P_n(x) = y_0 + \frac{\Delta y_0}{1!h}(x-x_0) + \frac{\Delta^2 y_0}{2!h^2}(x-x_0)(x-x_1) + \dots + \frac{\Delta^n y_0}{n!h^n}(x-x_0)\dots(x-x_{n-1});$$

$$\text{в) } P_n(x) = y_n + \frac{\Delta y_{n-1}}{1!h}(x-x_n) + \frac{\Delta^2 y_{n-2}}{2!h^2}(x-x_n)(x-x_{n-1}) + \dots + \frac{\Delta^n y_0}{n!h^n}(x-x_n)\dots(x-x_1)$$

33. Квадратурная формула Гаусса имеет вид

$$\text{а) } \int_a^b f(x)dx \approx (b-a) \frac{f(a)+f(b)}{2};$$

$$\text{б) } \int_a^b f(x)dx \approx \frac{(b-a)}{n} \sum_{i=0}^{n-1} y_i;$$

$$\text{в) } \int_a^b f(x)dx \approx \frac{(b-a)}{6n} [(y_0+y_{2n}) + (4(y_1+\dots+y_{2n-1}) + 2(y_2+\dots+y_2+\dots+y_{2n-2}))];$$

$$\text{г) } \int_{-1}^1 f(x)dx \approx c_1 f(x_1) + c_2 f(x_2) + \dots + c_n f(x_n).$$

34. По методу Пикара любое приближение решения дифференциального уравнения определяется по формуле

$$\text{а) } y_{k+1} = y_k + \Delta y_k, \text{ где } \Delta y_k = y'_k \frac{b-a}{n};$$

$$\text{б) } y_n(x) = y_0 + \int_{x_0}^x f(x, y_{n-1})dx;$$

$$\text{в) } y_{i+1} = y_i + h \frac{y'_i + \tilde{y}'_{i+1}}{2}, \text{ где } \tilde{y}'_{i+1} = f(x_{i+1}, \tilde{y}_{i+1});$$

$$\text{г) } y_{i+1}^{(k)} = y_i + \frac{h}{2} [f(x_i, y_i) + f(x_{i+1}, y_{i+1}^{(k-1)})];$$

д) $y_{i+1} = y_i + \Delta y_i$, где $\Delta y_i = \frac{1}{6} \left(k_1^{(i)} + 2k_2^{(i)} + 2k_3^{(i)} + k_4^{(i)} \right)$.

35. Разность между значениями функции в соседних узлах интерполяции называется

- а) центральной разностью первого порядка;
- б) конечной разностью первого порядка;
- в) разделенной разностью первого порядка.

36. Центральные табличные разности используются в интерполяционной формуле

- а) Ньютона для равноотстоящих узлов интерполяции;
- б) Гаусса для равноотстоящих узлов интерполяции;
- в) Эйткина для равноотстоящих узлов интерполяции;
- в) Лагранжа для равноотстоящих узлов интерполяции.

37. Квадратурными формулами называются

- а) формулы приближенного интегрирования;
- б) формула квадратного трехчлена;
- в) формулы нахождения квадрата суммы.

38. Операция представления функции $f(x)$ рядом Фурье называется

- а) почленным интегрированием;
- б) почленным дифференцированием;
- в) гармоническим анализом.

39. Конечные табличные разности используются в интерполяционной формуле

- а) Ньютона;
- б) Гаусса;
- в) Эйткина;
- г) Лагранжа.

40. Разделенные табличные разности используются в интерполяционной формуле

- а) Ньютона для равноотстоящих узлов интерполяции;
- б) Гаусса для равноотстоящих узлов интерполяции;
- в) Ньютона для неравноотстоящих узлов интерполяции;
- г) Эйткина для равноотстоящих узлов интерполяции;
- д) Лагранжа для неравноотстоящих узлов интерполяции.

41. Формула приближенного вычисления интеграла методом прямоугольников имеет вид

а) $\int_a^b f(x) dx \approx (b-a) \frac{f(a) + f(b)}{2}$;

б) $\int_a^b f(x) dx \approx \frac{(b-a)}{n} \sum_{i=0}^{n-1} y_i$;

в) $\int_a^b f(x) dx \approx \frac{(b-a)}{6n} \left[(y_0 + y_{2n}) + 4(y_1 + \dots + y_{2n-1}) + 2(y_2 + \dots + y_2 + \dots + y_{2n-2}) \right]$;

г) $\int_{-1}^1 f(x) dx \approx c_1 f(x_1) + c_2 f(x_2) + \dots + c_n f(x_n)$.

42. График решения обыкновенного дифференциального уравнения называется

- а) интегральной кривой;

- б) кривой второго порядка;
- в) гиперболой.

43. По методу Эйлера-Коши приближение решения дифференциального уравнения определяется по формуле

- а) $y_{k+1} = y_k + \Delta y_k$;
- б) $y_n(x) = y_0 + \int_{x_0}^x f(x, y_{n-1}) dx$;
- в) $y_{i+1} = y_i + h \frac{y'_i + \tilde{y}'_{i+1}}{2}$, где $\tilde{y}'_{i+1} = f(x_{i+1}, \tilde{y}_{i+1})$;
- г) $y_{i+1}^{(k)} = y_i + \frac{h}{2} [f(x_i, y_i) + f(x_{i+1}, y_{i+1}^{(k-1)})]$;
- д) $y_{i+1} = y_i + \Delta y_i$, где $\Delta y_i = \frac{1}{6} (k_1^{(i)} + 2k_2^{(i)} + 2k_3^{(i)} + k_4^{(i)})$.

44. Квадратурная формула Симпсона имеет вид

- а) $\int_a^b f(x) dx \approx (b-a) \frac{f(a) + f(b)}{2}$;
- б) $\int_a^b f(x) dx \approx \frac{(b-a)}{n} \sum_{i=0}^{n-1} y_i$;
- в) $\int_a^b f(x) dx \approx \frac{(b-a)}{6n} [(y_0 + y_{2n}) + (4(y_1 + \dots + y_{2n-1})) + 2(y_2 + \dots + y_{2n-2})]$;
- г) $\int_{-1}^1 f(x) dx \approx c_1 f(x_1) + c_2 f(x_2) + \dots + c_n f(x_n)$.

45. При использовании метода Монте-Карло результаты наблюдения генерируются с помощью

- а) датчика случайных чисел;
- б) счетчика;
- в) статистических формул;
- г) математических функций.

Задания для проверки уровня обученности ВЛАДЕТЬ

Пример задания.

Задание 1. Найти относительную погрешность при вычислении полной поверхности усеченного конуса, если радиусы его оснований R и r и образующая l , измеренные с точностью 0,01 см, равны: $R = 24,35$, $r = 15,82$, $l = 10,32$.

Задание 2. Вычислить значение функции u и ее предельные абсолютную и относительную погрешности, если известны погрешности ее аргументов. Найти количество верных значащих цифр функции u (в широком и узком смысле). Параметры m и k заданы точно.

$$u = m \sin(x + ky), \quad x = 3,15 \pm 0,02, \quad y = 1,15 \pm 5\%, \quad m = 2, \quad k = 1,5.$$

Задание 3. Опытным путем определить наименьшее значение с плавающей точкой, наибольшее значение и относительную погрешность представления числа для программы *Калькулятор* в *Windows*.

Задание 4. Для уравнения $\cos^2 x - x^4 = 0$:

- а) найти графическим способом с точностью до 0,1 интервалы, содержащие корни;

б) для каждого интервала проверить условие применимости методов итераций и Ньютона;
 в) уточнить корни методом итераций или Ньютона, если выполняется условие сходимости, или методом половинного деления, с точностью 0,0001.

Задание 5. Определить корни уравнения $4x^{2,1} - 5x - 6 = 0$ и вычислить значения корней уравнения с погрешностью $\varepsilon = 10^{-3}$ методом хорд.

Задание 6. Методом касательных определить значение корня уравнения $x^4 + 2x^3 - x - 1 = 0$ с погрешностью $\varepsilon = 10^{-3}$ на отрезке $[0,8; 1]$.

Задание 7. Найти приближенное решение системы двух уравнений графическим способом и уточнить его методом Ньютона или итераций с точностью 0,0001:

$$\begin{cases} x^2 + \cos y = 1 \\ y - \operatorname{tg} x = 1 \end{cases}$$

Задание 8. Решить систему уравнений
$$\begin{cases} 4\sqrt{x} = (1/2)^{2-y} \\ 3^{\log_2 x} = y/3 \end{cases}.$$

Задание 9. Методом вариации параметра решить систему:

$$\begin{cases} x^2 + y^2 - 10 = 0 \\ x + y^2 = 4 \end{cases}.$$

Задание 10. Решить систему линейных уравнений $Ax=b$ в электронных таблицах методом Гаусса:

$$A = \begin{pmatrix} -9 & 2 & 3 & -5 \\ -3 & 1 & 3 & 5 \\ 3 & 1 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 4 & 3 \end{pmatrix}, \quad b = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 10 \end{pmatrix}.$$

Задание 11. Для системы линейных уравнений проверить условие сходимости метода итераций и решить его:

$$\begin{cases} x_1 = 0,3x_2 - 0,1x_3 + 0,2x_4 - 1 \\ x_2 = 0,2x_1 - 0,21x_3 + 0,2x_4 - 4 \\ x_3 = 0,3x_1 - 0,1x_2 + 0,3x_4 + 2 \\ x_4 = 0,3x_1 - 0,1x_2 - 0,2x_3 + 0,1. \end{cases}$$

Задание 12. Решить систему линейных уравнений методом Зейделя, если выполняется условие сходимости:

$$\begin{cases} 0,9x_1 + 0,3x_2 - 0,1x_3 + 0,2x_4 = 1 \\ 0,2x_1 - 2x_2 - 0,2x_4 = 5 \\ 0,1x_1 - 0,2x_2 + x_3 - 0,1x_4 = 2 \\ 0,1x_1 + 0,2x_2 - 0,2x_3 - x_4 = 0,1. \end{cases}$$

Задание 13. Вычислить определитель матрицы A методом Гаусса. Найти обратную матрицу A^{-1} методом Гаусса.

$$A = \begin{pmatrix} -9 & 2 & 3 & -5 \\ -3 & 1 & 3 & 5 \\ 3 & 1 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 4 & 3 \end{pmatrix}.$$

Задание 14. Для заданной матрицы: а) составить характеристическое уравнение и найти собственные значения; б) найти собственные векторы.

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 0 \\ 3 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 2 \end{pmatrix}.$$

Задание 15. Для заданной матрицы найти методом итераций наибольшее собственное значение и соответствующий собственный вектор.

$$\begin{pmatrix} 9 & 2 & 3 & 5 \\ 3 & 1 & 3 & 5 \\ 3 & 1 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 4 & 3 \end{pmatrix}.$$

Задание 16. Заданы значения y_i функции $f(x)$ в точках x_i . Найти значение функции $f(x)$ при $x=x^*$. Решить задачу с помощью интерполяционного многочлена Лагранжа 3-го порядка. Исходные данные приведены в таблице.

x_i	0	2	3	5
y_i	11	13	13	14

причем, $x^*=1$.

Задание 17. Заданы значения y_i функции $f(x)$ в узлах x_i , получающихся делением отрезка $[1; 2]$ на 5 частей. Найти значение функции $f(x)$ при $x=1,1$ с помощью первой интерполяционной формулы Ньютона. Исходные данные приведены в таблице.

x_i	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
y_i	1,0	2,1	2,9	3,8	5,2	5,9

Решить поставленную задачу с помощью кубического сплайна.

Задание 18. Для функции $y=f(x)$ на отрезке $[a; b]$ построить интерполяционный многочлен Чебышева 3-го порядка, если $f(x)$ – нечетная функция, или 4-го порядка, если $f(x)$ – четная функция. Построить графики данной функции и многочлена Чебышева. $f(x) = 2 \sin\left(\frac{\pi x}{2}\right)$ на отрезке $[-2; 2]$.

Задание 19. Численность популяции живых организмов $N(t_i)$ в заданные моменты времени t_i известна. Предполагая, что функция $N(t)$ имеет вид ae^{bt} , найти методом наименьших квадратов параметры a , b и вычислить прогнозное значение численности на момент времени t^* . Исходные данные приведены в таблице.

t	0	2	3	5
N	120	130	145	154

причем, $t^*=6$.

Задание 20. Определить методом наименьших квадратов коэффициенты линейной комбинации тригонометрических функций по табличным значениям (t_i, y_i) . Если по заданным значениям функции можно предположить (приблизительно), что $y(x)$ – нечетная, то применить в качестве аппроксимирующей функции $F(t) = a_1 \sin t + a_2 \sin 2t + a_3 \sin 3t$, а если $y(x)$ – четная функция, взять в качестве аппроксимирующей функции $F(t) = a_1 \cos t + a_2 \cos 2t + a_3 \cos 3t$. Построить точки (t_i, y_i) и графи функции $F(t)$ на отрезке $[-3; 3]$ с шагом 0,5. Исходные данные приведены в таблице.

t_i	-2,0	-1,5	-1,0	-0,5	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0
y_i	-0,2	-3,4	-5,2	-3,7	0,0	3,7	4,9	3,4	0,2

Задание 21. По методу наименьших квадратов найти приближение функции $y=f(x)$, заданное таблицей:

x_i	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
y_i	3,230	3,253	3,261	3,252	3,228	3,181	3,127	3,059

Задание 22. Вычислить приближенное значение производной первого порядка для функции, заданной таблично:

x_i	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
y_i	-0,4	0,2	0,7	1,0	0,9	0,5	0,0	-0,6	-0,9	-1,0	-0,7

Задание 23. Для функции $u(x; y)$, заданной в прямоугольной области $x \in [a; b]$, $y \in [c; d]$, вычислить таблицу значений на сетке с шагом h_x по переменной x , h_y по переменной y ; найти с помощью разностных формул указанные частные производные. Результаты сравнить с точными значениями производной.

$u(x; y) = \sin 2xy$, $[a; b] = [0; 1]$, $h_x = 0,1$, $[c; d] = [0; 2]$, $h_y = 0,2$. Вычислить u_x .

Задание 24. Вычислить первую и вторую производные в узлах интерполяции для таблично заданной функции:

x_i	0	0,1	0,3	0,5	0,8	1,0
y_i	-0,4	0,2	0,7	1,0	0,9	0,5

Задание 25. Вычислить определенный интеграл $\int_1^2 \frac{\sin x + x}{x} dx$ методом трапеций с точностью $\varepsilon = 0,001$.

Задание 26. Вычислить интеграл с переменным пределом t , $t \in [2; 3]$ методом Симпсона с заданной точностью $\varepsilon = 0,0001$, изменяя t с шагом $h_t = 0,1$.

$$\int_1^t \frac{\sin 2x + e^{-x}}{x} dx.$$

Задание 27. Вычислить интеграл от функции $y = f(x)$, заданной таблично, методом трапеций или методом Симпсона.

x_i	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
y_i	-0,4	0,2	0,7	1,0	0,9	0,5	0,0	-0,6	-0,9	-1,0	-0,7

Задание 28. Решить задачу Коши $y'(x) = f(x; y)$, $y(x_0) = y_0$ на отрезке $[0; 2]$ методом Рунге-Кутты четвертого порядка, применяя деление отрезка на N частей. Оценить погрешность. $y'(x) = \sin xy^2$, $y(0) = 1$.

Задание 29. Решить задачу Коши для дифференциального уравнения $y'(x) = x \cdot y(x) + \sin x$ сведением к задаче Коши системы уравнений первого порядка, где $y(0) = 1$, $y'(0) = 2$ на отрезке $[0; 2]$, $N = 10$.

Задание 30. Решить краевую задачу методом прогонки или пристрелки. $y''(x) - x \cdot y(x) = \sin x$, $y(0) = 1$, $y(2) = 0$ на отрезке $[0; 2]$, $N = 10$.

Задание 31. Пользуясь методом Монте-Карло вычислить интеграл $\int_0^1 \int_0^1 \int_0^1 xyz dx dy dz$.

Задание 32. Решить систему линейных уравнений методом Монте-Карло:

$$\begin{cases} x_1 = 0,2x_1 + 0,1x_2 + 0,4 \\ x_2 = 0,1x_1 + 0,5x_2 + 0,2 \end{cases}$$

Проверить полученное решение подстановкой.

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

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания сформированности компетенций,

соотнесенные с этапами их формирования

Контролируемые модули / разделы / темы дисциплины	Форма оценочного средства	Методические материалы
ОПК-2 способностью анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования		
Раздел 2. Алгебраические и трансцендентные уравнения	Контрольная работа	Методические указания по подготовке к контрольной работе
Раздел 3. Вычислительные методы линейной алгебры	Контрольная работа	Методические указания по подготовке к контрольной работе
Раздел 4. Приближение функций	Контрольная работа	Методические указания по подготовке к контрольной работе
Раздел 5. Численное дифференцирование и интегрирование	Контрольная работа	Методические указания по подготовке к контрольной работе
Раздел 6. Вероятностные методы. Применение численных методов в экономике	Контрольная работа	Методические указания по подготовке к контрольной работе
ПК-7 способностью проводить описание прикладных процессов и информационного обеспечения решения прикладных задач		
Раздел 1. Математическая модель и погрешности	Контрольная работа	Методические указания по подготовке к контрольной работе
Раздел 2. Алгебраические и трансцендентные уравнения	Контрольная работа	Методические указания по подготовке к контрольной работе
Раздел 3. Вычислительные методы линейной алгебры	Контрольная работа	Методические указания по подготовке к контрольной работе
Раздел 4. Приближение функций	Контрольная работа	Методические указания по подготовке к контрольной работе
Раздел 5. Численное дифференцирование и интегрирование	Контрольная работа	Методические указания по подготовке к контрольной работе
Раздел 6. Вероятностные методы. Применение численных методов в экономике	Контрольная работа	Методические указания по подготовке к контрольной работе
ПК-23 способностью применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач		
Раздел 1. Математическая модель и погрешности	Контрольная работа	Методические указания по подготовке к контрольной работе
Раздел 2. Алгебраические и трансцендентные уравнения	Контрольная работа	Методические указания по подготовке к контрольной работе

Раздел 3. Вычислительные методы линейной алгебры	Контрольная работа	Методические указания по подготовке к контрольной работе
Раздел 4. Приближение функций	Контрольная работа	Методические указания по подготовке к контрольной работе
Раздел 5. Численное дифференцирование и интегрирование	Контрольная работа	Методические указания по подготовке к контрольной работе
Раздел 6. Вероятностные методы. Применение численных методов в экономике	Контрольная работа	Методические указания по подготовке к контрольной работе

Методические указания по подготовке к контрольной работе

Контрольная работа – работа небольшого объема, выполненная на компьютере, и предполагающая проверку знаний материала, заданного к изучению, и навыков его практического применения. Контрольная работа является важнейшим методом контроля знаний, умений и навыков студентов. Задание контрольной работы может быть сформулировано в качестве одной или нескольких задач.

Выполнение контрольной работы практикуется в учебном процессе в целях приобретения студентом необходимой профессиональной подготовки, и направлено на закрепление практических навыков работы на компьютере в среде современных операционных систем и соответствующего программного обеспечения. Студенту выдается индивидуальное задание. Однородность работ, выполняемых студентами, позволяет предъявлять ко всем одинаковые требования, объективно оценивать результаты обучения. Применение этого метода дает возможность в наиболее короткий срок одновременно проверить усвоение учебного материала всеми студентами группы, определить направления для индивидуальной работы с каждым.

Для подготовки к выполнению заданий контрольной работы студенту необходимо повторить теоретические вопросы, касающиеся проверяемого материала. Просмотреть выполненные задания на лабораторных и практических занятиях. Желательно, чтобы они имелись на съемных носителях у обучающегося. Это позволит ему вспомнить приемы работы в программной среде и попытаться выполнить подобные задачи на домашнем компьютере.

7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

7.1. Основная литература:

1. Бахвалов, Н.С. Численные методы [Электронный ресурс] / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. - 7-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 636 с. – Режим доступа:

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=539069>

2. Бахвалов, Н. С. Численные методы в задачах и упражнениях [Электронный ресурс] / Н. С. Бахвалов, А. В. Лапин, Е. В. Чижонков. - 3-е изд. (эл.). - М.: Бинном. ЛЗ, 2013. - 240 с. – Режим доступа:
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=542250>
3. Колдаев, В.Д. Численные методы и программирование [Электронный ресурс]: Учебное пособие / В.Д. Колдаев; Под ред. Л.Г. Гагариной. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2014. - 336 с. – Режим доступа:
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=452274>

7.2. Дополнительная литература:

1. Зализняк, В.Е. Теория и практика по вычислительной математике [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.Е. Зализняк, Г.И. Щепановская. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. - 174 с. – Режим доступа:
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=441232>
2. Пантина, И.В. Вычислительная математика [Электронный ресурс]: учебник / И.В. Пантина, А.В. Синчуков. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: МФПУ Синергия, 2012. - 176 с. – Режим доступа:
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=451160>

8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

- <http://www.intuit.ru/> - Национальный открытый университет ИНТУИТ
- <http://poiskknig.ru> – электронная библиотека учебников Мех-Мат МГУ, Москва
- <http://www.mathnet.ru.ru/> - общероссийский математический портал
- <http://www.lib.mexmat.ru> – электронная библиотека механико-математического факультета Московского государственного университета
- <http://onlinelibrary.wiley.com> - научные журналы издательства Wiley&Sons
- <http://www.sciencedirect.com/> - научные журналы издательства Elsevier

9 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Общие рекомендации по изучению дисциплины

Важной частью изучения дисциплины является самостоятельная работа над учебным материалом: чтение и проработка лекционного материала, разбор материалов практических занятий, чтение и проработка учебной литературы, рекомендованной преподавателем.

При изучении учебного материала рекомендуется вести отдельные конспекты: конспект лекций, конспект практических занятий и конспект самостоятельной работы над учебным материалом (учебной литературой). В конспектах рекомендуется выделять важные выводы и формулы, проделывать вычисления и выводы (доказательства) формул и теорем, предложенных для самостоятельного осуществления.

Методические рекомендации по подготовке к зачету

При подготовке к теоретической части зачета нужно, прежде всего, просмотреть конспект лекций и отметить в нем имеющиеся вопросы. Если какие-то вопросы вынесены преподавателем на самостоятельное изучение, следует обратиться к учебной литературе, рекомендованной преподавателем в качестве источника сведений.

При подготовке к практическим заданиям зачета по определенному разделу дисциплины полезно выписать отдельно все формулы, теоремы, уравнения, алгоритмы, относящиеся к данному разделу, и все используемые в них обозначения.

Также при подготовке к зачету следует просмотреть конспект практических занятий. Если задания на какие-то темы не были разобраны на занятиях (или решения которых оказались не понятыми), следует обратиться к учебной литературе, рекомендованной преподавателем в качестве источника сведений. Полезно самостоятельно решить несколько типичных заданий по соответствующему разделу.

Для самопроверки рекомендуется провести следующий опыт: при закрытой тетради и т.п., попытаться прорешать еще раз соответствующие задачи, уже разобранные ранее на практических занятиях, и затем проверить свое решение по конспекту.

Методические рекомендации по выполнению и защите индивидуальных типовых расчетов

Индивидуальные типовые расчеты выполняются частями по мере продвижения в изучении раздела.

Выполнение заданий предполагает использование математических пакетов MathCAD, MS Excel. При этом приводится и решение без использования ЭВМ.

Решение каждой задачи (в электронной или рукописной форме) выполняется на отдельных листах стандартного формата и должно начинаться с нового листа.

При выполнении вручную (без использования ЭВМ):

- решение задач следует излагать подробно, вычисления должны располагаться в строгом порядке;
- таблицы и чертежи можно выполнять от руки (карандашом), но аккуратно и в соответствии с данными условиями;
- решение каждой задачи должно доводиться до окончательного ответа, которого требует условие.

Задачи сдаются на проверку в указанные преподавателем сроки. Неверно решенные задания возвращаются на доработку с указанием характера ошибки. Исправленное задание возвращается на проверку вместе с первоначальным вариантом решения.

Защита индивидуальных типовых расчетов проводится только после правильного выполнения всех заданий.

Оценка теоретических знаний и практических навыков студентов осуществляется согласно «Положению об экзаменах и зачетах».

10 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используется следующее программное обеспечение и информационные справочные системы:

1. Desktop Education ALNG LieSAPk OLVSEIY;
2. Лаборатория Касперского;
3. СДО «Прометей» Виртуальные технологии в образовании;
4. Математический процессор MathCAD University Department Perpetual - 200 Floating (СофтЛайн Трейд, ЗАО).

11 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных аудиторий (помещений)	Перечень основного оборудования, приборов и материалов
1.	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: аудитория 507 «Инновационно-образовательный центр компьютерных технологий»	Оснащена специализированной мебелью, мультимедийная система, акустическая система, компьютеры.
2.	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа: 505 - «Лаборатория телекоммуникационных технологий и сетевого администрирования» (компьютерный класс)	Компьютеры, аудиторная доска - (мультимедийная)
3.	Учебная аудитория для самостоятельной работы и проведения групповых и индивидуальных консультаций: 505 - «Лаборатория телекоммуникационных технологий и сетевого администрирования» (компьютерный класс)	
4.	Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации: 505 - «Лаборатория телекоммуникационных технологий и сетевого администрирования» (компьютерный класс)	

12 Иные сведения и (или) материалы

12.1 Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

При освоении дисциплины используется сочетание отдельных видов учебной работы с методами и формами активизации познавательной деятельности обучающихся с целью достижения запланированных результатов обучения и формирования соответствующих компетенций.

Методы активного и интерактивного обучения при разных видах учебных занятий

№	Методы активного и интерактивного обучения	Лекции	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
1.	Лекция-визуализация	+			
2.	Лекция-конференция	+			
3	Работа в малых группах		+		+