

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ

Направление подготовки (специальность)
09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Направленность
Программное обеспечение средств вычислительной техники
и автоматизированных систем

Уровень высшего образования – бакалавриат
Программа подготовки – академическая бакалавриат

Форма обучения
заочная

Институт
Кафедра
Курс
Семестр

*энергетики и автоматизированных систем
вычислительной техники и программирования*
3

Магнитогорск
2017 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, утвержденного приказом МО и Н РФ от 12.01.2016 № 5.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры вычислительной техники и программирования «26» сентября 2017 г., протокол № 2.

Зав. кафедрой  / О.С. Логунова/

Рабочая программа одобрена методической комиссией института энергетики и автоматизированных систем «27» сентября 2017 г., протокол № 2.

Председатель  / С.И. Лукьянов/

Рабочая программа составлена:

канд физ.-мат. наук, доцентом

 / Е.Г. Филипповым /


Рецензент:

начальник отдела инновационных разработок
ЗАО «КонсОмСКС», канд. техн. наук

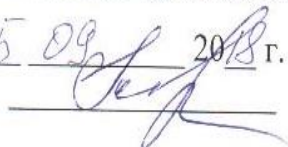
 / А.Н. Панов/

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2017-2018 учебном году на заседании кафедры Вычислительной техники и программирования

Протокол от 26 09 2017 г. № 2
Зав. кафедрой  О.С. Логунова

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2018 - 2019 учебном году на заседании кафедры Вычислительной техники и программирования

Протокол от 5 09 2018 г. № 1
Зав. кафедрой  О.С. Логунова

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2019 - 2020 учебном году на заседании кафедры Вычислительной техники и программирования

Протокол от 19 09 2019 г. № 5
Зав. кафедрой  О.С. Логунова

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2020 - 2021 учебном году на заседании кафедры Вычислительной техники и программирования

Протокол от 19 09 2020 г. № 5
Зав. кафедрой  О.С. Логунова

1 Цели освоения дисциплины

Целью преподавания дисциплины (модуля) «Численные методы» является ознакомление студентов с базовыми понятиями, алгоритмами и методами решения уравнений математической физики, численными методами с использованием программных средств вычислительной техники, а также практического использования численных методов для решения прикладных задач.

Для достижения цели в ходе преподавания дисциплины решаются задачи:

- изучение решения математических моделей эффективными численными методами;
- изучение и классификацию математических моделей;
- реализацию основных алгоритмов численных методов решения математических моделей средствами программного обеспечения и вычислительной техники;
- формирование навыков по применению математических моделей к решению прикладных задач и выбору эффективных численных методов решения.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы подготовки магистра

Дисциплина входит в вариативную часть блока Б1 образовательной программы по направлению 09.03.01 Информатика и вычислительная техника профиля Программное обеспечение средств вычислительной техники и автоматизированных систем.

Изучение дисциплины базируется на следующих курсах: теория и практика обработки информации, математика, теория алгоритмов, математическая логика, программирование.

Дисциплина является предшествующей для научно-исследовательской работы студентов и курсов нейροкомпьютерные системы, принятие решений, математическое и компьютерное моделирование

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины «Численные методы» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ДПК-1 использует основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	
Знать	– основные понятия и численные методы реализации классов математических моделей
Уметь	– самостоятельно решать модельные и прикладные задачи численными методами в профессиональной деятельности, объяснять и строить типичные модели задач численными методами проводить логическое обоснование решения – проводить анализ различных вариантов решений, прогнозировать результаты
Владеть	– способами демонстрации умения анализировать ситуацию численными методами; – численными методами решения задач – способами демонстрации умения анализировать полученный результат.
ПК-3 способностью обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности	
Знать	– методологические основы и прикладной математический аппарат, позволяющий выполнять анализ задачи – основные принципы разработки математических моделей

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> – обсуждать способы эффективного решения; – осваивать методики использования программных средств для решения практических задач – выявлять и строить типичные модели решения предметных задач по изученным образцам – внедрять и использовать современные информационные технологии в процессе профессиональной деятельности;
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> – навыками выделения отдельных этапов в решении общих задач при помощи численных методов – навыками обработки и анализа данных, полученных при теоретических и экспериментальных исследованиях, интерпретации полученных результатов

4 Структура и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

контактная работа – 8,7 акад. часов:

- аудиторная – 8 акад. часов;
- внеаудиторная (контрольная работа) – 3,9 акад. часа

самостоятельная работа – 95,4 акад. часов;

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
Раздел 1. Основные понятия теории погрешностей вычислений								
1.1 Типы погрешностей. Статистический и технический подходы к учету погрешностей	3	0,5			10	Подготовка к практическому занятию	1. Беседа – обсуждение. 2. Устный опрос.	ДПК-1 – зув ПК-3– зув
Итого по разделу		0,5			10			
Раздел 2. Численное решение систем линейных алгебраических уравнений								
2.1 Прямые методы (LU-метод, метод прогонки)		0,5	2		5	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы.	1. Беседа – обсуждение. 2. Проверка лабораторной работы.	ДПК-1 – зув ПК-3– зув
2.2 Итерационные методы (метод простой итерации, метод Зейделя)					5	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к выполнению контрольной работы	1. Беседа – обсуждение. 2. Проверка лабораторной работы.	ДПК-1 – зув ПК-3– зув
Итого по разделу		0,5	2		10			
Раздел 3. Алгоритмы и методы поиска корней уравнения и решения нелинейных систем.								
3.1 Поиск корней уравнения методом половинного деления, методом кас-		0,5	1		5	Самостоятельное изучение учебной и научной литерату-	1. Беседа – обсуждение. 2. Проверка лабораторной	ДПК-1 – зув

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
тельных, итерационным методом						ры. Подготовка к выполнению контрольной работы	работы.	ПК-3– зув
3.2 Решение систем нелинейных уравнений методом Ньютона, методом спуска					5	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы.	1. Беседа – обсуждение. 2. Проверка лабораторной работы.	ДПК-1 – зув ПК-3– зув
Итого по разделу		0,5	1		10			
Раздел 4. Методы аналитического представления таблично заданной функции								
4.1 Интерполирование функции многочленами Лагранжа и Ньютона					4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Выполнение домашнего задания	1. Беседа – обсуждение. 2. Проверка лабораторной работы.	ДПК-1 – зув ПК-3– зув
4.2 Интерполирование функции многочленами Чебышева, тригонометрическая интерполяция					4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с электронными библиотеками. Выполнение домашнего задания	1. Беседа – обсуждение. 2. Проверка лабораторной работы.	ДПК-1 – зув ПК-3– зув
4.3 Аппроксимация функции методом наименьших квадратов					2	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с электронными библиотеками.	1. Беседа – обсуждение. 2. Проверка лабораторной работы.	ДПК-1 – зув ПК-3– зув

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
						Подготовка к семинару Выполнение домашнего задания		
Итого по разделу					10			
Раздел 5. Алгоритмы и методы численного интегрирования и дифференцирования								
5.1 Численное дифференцирование		0,5	1		5	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с электронными библиотеками. Выполнение домашнего задания	1. Беседа – обсуждение. 2. Проверка лабораторной работы.	ДПК-1 – зув ПК-3– зув
5.2 Квадратурные формулы Ньютона-Котеса, Гаусса					5	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Выполнение домашнего задания	1. Беседа – обсуждение. 2. Проверка лабораторной работы.	ДПК-1 – зув ПК-3– зув
Итого по разделу		0,5	1		10			
Раздел 6. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений								
7.1 Решение задачи Коши					10	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Выполнение домашнего задания	1. Беседа – обсуждение. 2. Проверка лабораторной работы.	ДПК-1 – зув ПК-3– зув

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
7.2 Решение краевой задачи для ОДУ			2		5,4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с электронными библиотеками. Выполнение домашнего задания	1. Беседа – обсуждение. 2. Проверка лабораторной работы.	ДПК-1 – зув ПК-3– зув
Итого по разделу			2		15,4			
Итого по дисциплине		4	4		65,4		Зачет с оценкой	

5 Образовательные и информационные технологии

Проектирование обучения строится на основе следующих принципов:

- Обучение на основе интеграции с наукой и производством.
- Профессионально-творческая направленность обучения.
- Ориентированность обучения на личность.
- Ориентированность обучения на развитие опыта самообразовательной деятельности будущего специалиста.

Для достижения планируемых результатов обучения, в дисциплине «Численные методы» используются образовательные технологии:

1. Традиционные образовательные технологии: лекции и лабораторные работы.

2. Технологии проблемного обучения: лабораторные работы и домашнее задание, направленное на решение комплексной учебно-познавательной задачи, требующей от студента применения как научно-теоретических знаний, так и практических навыков.

3. Интерактивные технологии: коллективное обсуждение какого-либо спорного вопроса, проблемы, выявление мнений в группе. Изложение проблем и их совместное решение.

4. Информационно-коммуникационные образовательные технологии: лекции с использованием электронной презентации – представление результатов с использованием специализированных программных сред.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тестовые задания по дисциплине «Численные методы» для направления 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

№ п/п	Текст вопроса	Варианты ответов	Отметка о выборе эталона
1.	Округлить число $\pi = 3,1415926535\dots$ до пяти значащих цифр	3,1416	эталон
		3,1425	
		3,142	
		3,14	
2	Методом половинного деления уточнить корень уравнения $x^4+2x^3-x-1=0$	0,867	эталон
		0,234	
		0,2	
		0,43	
3	Используя метод хорд найти положительный корень уравнения $x^4-0,2x^2-0,2x-1,2=0$	1,198+0,0020	эталон
		1,16+0,02	
		2+0,1	
		3,98+0,001	
4	Вычислить методом Ньютона отрицательный корень уравнения $x^4-3x^2+75x-10000=0$	-10,261	эталон
		-10,31	
		-5,6	
		-3,2	
5	Найти действительные корни уравнения $x-\sin x=0,25$	1,17	эталон
		1,23	
		2,45	
		4,8	
6	Определить число положительных и число отрицательных корней уравнения $x^4-4x+1=0$	2 и 0	эталон
		3 и 2	
		0 и 4	

№ п/п	Текст вопроса	Варианты ответов	Отметка о выборе эталона
		0 и 1	
7	Как иначе называют метод бисекций?	Метод половинного деления	эталон
		Метод хорд	
		Метод пропорциональных частей	
		Метод «начального отрезка»	
8	Методы решения уравнений делятся на:	Прямые и итеративные	эталон
		Прямые и косвенные	
		Начальные и конечные	
		Определенные и неопределенные	
9	Отделение корней можно выполнить двумя способами:	аналитическим и графическим	эталон
		приближением и отделением	
		аналитическим и систематическим	
		систематическим и графическим	
10	Метод хорд-	Частный случай метода итераций	эталон
		Частный случай метода коллокации	
		Частный случай метода прогонки	
		Частный случай метода квадратных корней	

Контрольные вопросы к практической работе № 1

Вопрос 1: Приведите этапы решения нелинейных уравнений.

1 Отделение корней, т.е. установление достаточно малых отрезков, в каждом из которых содержится только один корень уравнения.

2 Уточнение приближенного значения корней до некоторой заданной степени точности.

Вопрос 2: Поясните аналитический метод определения корней нелинейного уравнения.

Процесс отделения корней начинается с установления знаков функции в граничных точках a и b . Затем определяются знаки в ряде промежуточных точек. После чего выделяются отрезки, на границе которых функция меняет знак на противоположный. Выделенные отрезки и содержат корень данного уравнения. Согласно, теореме, если $f(a) \times f(b) < 0$, то имеется один или несколько корней. Если $f'(X) > 0$ или $f'(X) < 0$, то корень будет единственным.

Вопрос 3: Какое условие лежит в основе метода бисекций.

Решение задачи методом бисекции разбивается на два этапа:

1 *Локализация* – находится отрезок $[a, b]$, соединяющий один и только один корень уравнения $f(x) = 0$. На краях отрезка функция $f(x)$ имеет разные знаки: $f(a) \times f(b) < 0$.

2 *Итерационное уточнение корней* – делим отрезок $[a, b]$ пополам точкой c . Если $f(c) = 0$, то задача решена, если нет, то выбираем из двух получившихся отрезков $[a, c]$ и $[b, c]$ тот, на краях которого функция имеет разные знаки, и повторяем итерацию еще раз.

В основе метода лежит условие: итерационный процесс продолжается до тех пор, пока

длина отрезка после n -ой итерации не станет меньше некоторого заданного малого числа (погрешности) ε , т.е. $|b - a| \leq \varepsilon$

Тогда за искомое значение корня принимается полученное приближение x_n : $\xi = x_n$ и говорят, что решение данного уравнения найдено с точностью ε .

Вопрос 4: Поясните, как выбирается начальное приближение для уточнения корня уравнения методом Ньютона.

В качестве начального приближения выбирается $x_0 = a$, для которого выполняется условие $f(x_0) \times f''(x_0) > 0$. Проводим касательную в точке $A_0 [x_0, f(x_0)]$. Первым приближением корня будет точка пересечения этой касательной с осью абсцисс x_1 . Через точку $A_1 [x_1, f(x_1)]$ снова проводим касательную, точка пересечения которой с осью OX даст нам второе приближение корня x_2 и т.д. Для окончания итерационного процесса может быть использовано условие: $|x_{n+1} - x_n| \leq \varepsilon$

Вопрос 5: Приведите формулу для построения итерационной последовательности при решении уравнения методом Ньютона.

Исходя из начального приближения $x_0 \in [a, b]$, удовлетворяющего неравенству $f(x_0) \times f''(x_0) > 0$, можно построить итерационную последовательность:

$$x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)}{f'(x_n)}, n = 0, 1, 2, \dots$$

Сходящуюся к единственному на отрезке $[a, b]$ решению ξ уравнения $f(x) = 0$.

Вопрос 6: Сформулируйте условия сходимости метода простых итераций.

Достаточным условием сходимости метода простых итераций является условие:

$$|\varphi'(X)| < 1$$

выполненное для любого x , принадлежащего некоторому отрезку $[a, b]$, содержащему корень уравнения.

Скорость сходимости зависит от абсолютной величины производной $\varphi'(X)$. Чем меньше $\varphi'(X)$ вблизи корня, тем быстрее сходится процесс.

Вопрос 7: Поясните алгоритм решения нелинейного уравнения методом простых итераций.

- 1 Находим корни уравнений (интервалы) путем аналитического отделения корней нелинейного уравнения.
- 2 Приводим исходное уравнение к эквивалентному виду $x = \varphi(X)$.
- 3 Проверяем для каждого варианта условие сходимости $|\varphi'(X)| < 1$
- 4 Выбираем значение начального приближения x_0 , при котором будет выполняться условие п.3 и скорость сходимости будет наибольшей, т.е. $\varphi'(X)$ наименьшее.

Вопрос 8: Поясните последовательность нахождения корня нелинейного уравнения средствами электронных таблиц Microsoft Excel.

- 1 Запускаем программу Microsoft Excel.
- 2 Помещаем в ячейку A1 «0»
- 3 В ячейку B1 левую часть нелинейного уравнения.
- 4 Устанавливаем команду «Подбор параметра», если она отсутствует на панели инструментов.
- 5 Активируем ячейку B1 и выполняем Подбор параметров.
- 6 Задавая начальным приближением X_0 , находим значение корня A1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства												
ДПК-1 Использует основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования														
Знать	– основные понятия и численные методы реализации классов математических моделей	<p><i>Теоретические вопросы:</i> Методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Аппроксимация функций и ее применение. Численные методы решения дифференциальных уравнений. Задачи оптимизации и численные методы их решения .</p>												
Уметь	– самостоятельно решать модельные и прикладные задачи численными методами в профессиональной деятельности, объяснять и строить типичные модели задач численными методами проводить логическое обоснование решения – проводить анализ различных вариантов решений, прогнозировать результаты	<p><i>Типовые практические задания:</i> Аппроксимировать функцию $y = \cos^4(x)$ на отрезке (0;2) Найти действительные корни уравнения $x - \sin x = 0,25$ Найти площадь криволинейной трапеции, ограниченной линиями: $y = x^2 e^x$; $y = 0$; $y = 3$ Решить ОДУ: $y'' + x4y' + \cos(x)y = 1$, $y(0) = y'(0) = 1$</p>												
Владеть	– способами демонстрации умения анализировать ситуацию численными методами; – численными методами решения задач – способами демонстрации умения анализировать по-	<p><i>Комплексные практические задания:</i> 1. Функция задана таблицей своих значений. Применяя метод наименьших квадратов, приблизить функцию многочленами 1-ой и 2-ой степеней. Для каждого приближения определить величину среднеквадратичной погрешности. Построить точечный график функции и графики многочленов.</p> <table border="1" data-bbox="801 1209 2080 1289"> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>-1</td> <td>-0,5</td> <td>0</td> <td>0,5</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>4</td> <td>-3</td> <td>0,2</td> <td>-1</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table> <p>2. Для функции: $y = x^2 \cdot \sin(x^2)$. Построить интерполяционный многочлен Лагранжа. 3. Посчитать площадь криволинейной трапеции, ограниченной линиями: $y = x^2 \cdot e^x$, $y = 0$, $x = 0, 1$, $x = 2$</p>	X	-1	-0,5	0	0,5	1	Y	4	-3	0,2	-1	2
X	-1	-0,5	0	0,5	1									
Y	4	-3	0,2	-1	2									

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	лученный результат.	
ПК-3 Готовностью к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> – методологические основы и прикладной математический аппарат, позволяющий выполнять анализ задачи – основные принципы разработки математических моделей 	<p><i>Теоретические вопросы:</i> Примеры неустойчивых задач и методов. Обусловленность СЛАУ. Прямые методы решения СЛАУ (метод Гаусса, LU-разложение). Метод прогонки решения СЛАУ. Корректность и устойчивость методов прогонки. Особенности применения прямых методов решения СЛАУ (невязка, вычислительные затраты). Итерационные методы решения СЛАУ (метод простой итерации). Итерационные методы решения СЛАУ (метод Зейделя). Теорема о неподвижной точке. Априорная и апостериорная оценка сходимости в методе простой итерации. Алгоритмы и методы поиска корней уравнения. (метод секущих). Алгоритмы и методы поиска корней уравнения. (метод дихотомии). Алгоритмы и методы поиска корней уравнения. (метод простой итерации). Алгоритмы и методы поиска корней уравнения. (метод Ньютона). Численное решение систем нелинейных уравнений. Метод Ньютона.</p>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> – обсуждать способы эффективного решения; осваивать методики использования программных средств для решения практических задач – выявлять и строить типичные модели решения предметных задач по изученным образцам – внедрять и использовать современные информационные 	<p><i>Типовые практические задания:</i> 1. Через сосуд ёмкостью a литров, наполненный водным раствором некоторой соли, непрерывно протекает жидкость, причем в единицу времени втекает b литров чистой воды и вытекает такое же количество раствора. Найти закон, по которому изменяется содержание соли в сосуде в зависимости от времени протекания жидкости через сосуд $bх/a$. 2. Смесь карбонатов калия и натрия массой 7 г обработали серной кислотой, взятой в избытке. При этом выделившийся газ занял объем 1,344 л (н.у.). Определить массовые доли карбонатов в исходной смеси.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	технологии в процессе профессиональной деятельности;	
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> – навыками выделения отдельных этапов в решении общих задач при помощи численных методов – навыками обработки и анализа данных, полученных при теоретических и экспериментальных исследованиях, интерпретации полученных результатов 	<p><i>Комплексные практические задания:</i></p> <p>1. Математическая модель трубчатого реактора с продольным перемешиванием в нестационарном режиме имеет вид:</p> $\frac{\partial c}{\partial t} + v \frac{\partial c}{\partial x} = D \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} - k c^2,$ <p>где k - константа скорости химической реакции; c - концентрация исходного реагента; v - линейная скорость потока; x - координата по длине реактора; D - коэффициент диффузии. Выберите правильное решение задачи обезразмеривания этого дифференциального уравнения и определения характерных значений линейной скорости потока, коэффициента диффузии и константы скорости химической реакции.</p> <p>○ $c' = \frac{c}{c_0}, \quad t' = \frac{t}{t_0}, \quad x' = \frac{x}{x_0}, \quad v' = \frac{v}{v_0}, \quad D' = \frac{D}{D_0}, \quad k' = \frac{k}{k_0};$</p> $\frac{c_0}{t_0} \frac{\partial c'}{\partial t'} + v_0 v' \frac{c_0}{x_0} \frac{\partial c'}{\partial x'} = D_0 D' \frac{c_0^2}{x_0^2} \frac{\partial^2 c'}{\partial x'^2} - k_0 k' c_0^2 c'^2;$ $\frac{\partial c'}{\partial t'} + v_0 \frac{t_0}{x_0} v' \frac{\partial c'}{\partial x'} = D_0 \frac{t_0 c_0}{x_0^2} D' \frac{\partial^2 c'}{\partial x'^2} - k_0 c_0 t_0 k' c'^2;$ $v_0 \frac{t_0}{x_0} = 1 \Rightarrow v_0 = \frac{x_0}{t_0}; \quad k_0 c_0 t_0 = 1 \Rightarrow k_0 = \frac{1}{c_0 t_0};$ $D_0 \frac{t_0 c_0}{x_0^2} = 1 \Rightarrow D_0 = \frac{x_0^2}{t_0 c_0} = \frac{x_0 v_0}{c_0}.$

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>○ $c' = \frac{c}{c_0}, \quad t' = \frac{t}{t_0}, \quad x' = \frac{x}{x_0}, \quad v' = \frac{v}{v_0}, \quad D' = \frac{D}{D_0}, \quad k' = \frac{k}{k_0};$</p> $\frac{c_0}{t_0} \frac{\partial c'}{\partial t'} + v_0 v' \frac{c_0}{x_0} \frac{\partial c'}{\partial x'} = D_0 D' \frac{c_0^2}{x_0^2} \frac{\partial^2 c'}{\partial x'^2} - k_0 k' c_0^2 c'^2;$ $\frac{\partial c'}{\partial t'} + v_0 \frac{t_0}{x_0} v' \frac{\partial c'}{\partial x'} = D_0 \frac{t_0}{x_0^2} D' \frac{\partial^2 c'}{\partial x'^2} - k_0 t_0 k' c'^2;$ $v_0 \frac{t_0}{x_0} = 1 \Rightarrow v_0 = \frac{x_0}{t_0}; \quad k_0 t_0 = 1 \Rightarrow k_0 = \frac{1}{t_0};$ $D_0 \frac{t_0}{x_0^2} = 1 \Rightarrow D_0 = \frac{x_0^2}{t_0} = x_0 v_0.$ <hr/>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>○ $c' = \frac{c}{c_0}, \quad t' = \frac{t}{t_0}, \quad x' = \frac{x}{x_0}, \quad v' = \frac{v}{v_0}, \quad D' = \frac{D}{D_0}, \quad k' = \frac{k}{k_0};$</p> $\frac{c_0}{t_0} \frac{\partial c'}{\partial t'} + v_0 v' \frac{c_0}{x_0} \frac{\partial c'}{\partial x'} = D_0 D' \frac{c_0}{x_0^2} \frac{\partial^2 c'}{\partial x'^2} - k_0 k' c_0^2 c'^2;$ $\frac{\partial c'}{\partial t'} + v_0 \frac{t_0}{x_0} v' \frac{\partial c'}{\partial x'} = D_0 \frac{t_0}{x_0^2} D' \frac{\partial^2 c'}{\partial x'^2} - k_0 c_0 t_0 k' c'^2;$ $v_0 \frac{t_0}{x_0} = 1 \Rightarrow v_0 = \frac{x_0}{t_0}; \quad k_0 c_0 t_0 = 1 \Rightarrow k_0 = \frac{1}{c_0 t_0};$ $D_0 \frac{t_0}{x_0^2} = 1 \Rightarrow D_0 = \frac{x_0^2}{t_0} = x_0 v_0.$ <hr/> <p>○ $c' = \frac{c}{c_0}, \quad t' = \frac{t}{t_0}, \quad x' = \frac{x}{x_0}, \quad v' = \frac{v}{v_0}, \quad D' = \frac{D}{D_0}, \quad k' = \frac{k}{k_0};$</p> $\frac{c_0}{t_0} \frac{\partial c'}{\partial t'} + v_0 v' \frac{c_0}{x_0} \frac{\partial c'}{\partial x'} = D_0 D' \frac{c_0}{x_0^2} \frac{\partial^2 c'}{\partial x'^2} - k_0 k' c_0^2 c'^2;$ $v_0 \frac{c_0}{x_0} = 1 \Rightarrow v_0 = \frac{x_0}{c_0}; \quad k_0 c_0^2 = 1 \Rightarrow k_0 = \frac{1}{c_0^2};$ $D_0 \frac{c_0}{x_0^2} = 1 \Rightarrow D_0 = \frac{x_0^2}{c_0}.$

б) Промежуточная аттестация по дисциплине «Численные методы» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Зачет по данной дисциплине проводится по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 1 теоретический вопрос и одно практическое задание.

Показатели и критерии оценивания зачета:

на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач:

- дается комплексная оценка предложенной ситуации;
- демонстрируются глубокие знания теоретического материала и умение их применять;
- последовательное, правильное выполнение всех практических заданий;
- умение обоснованно излагать свои мысли, делать необходимые выводы.

на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций:

- дается комплексная оценка предложенной ситуации;
- демонстрируются достаточные знания теоретического материала и умение их применять; но допускаются незначительные ошибки, неточности
- выполнение всех практических заданий; возможны единичные ошибки, исправляемые самим студентом после замечания преподавателя;
- затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций:

- затруднения с комплексной оценкой предложенной ситуации;
- неполное теоретическое обоснование, требующее наводящих вопросов преподавателя;
- выполнение заданий при подсказке преподавателя;
- затруднения в формулировке выводов.

на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла и ниже) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Гулин, А.В. Введение в численные методы в задачах и упражнениях : учеб. пособие/ А.В. Гулин, В.А. Мажорова, В.А. Морозова. – М.: ИНФРА-М, 2019. – 368 с.- (Высшее образование: Бакалавриат). – Режим доступа: <http://www.znanium.com/read?id=342122>

б) дополнительная литература:

1. Шевченко, А.С.. Лабораторный практикум по численным методам: практикум / А.С. Шевченко. – М.: ИНФРА-М; Znanium.com, 2018. – 199 с. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/read?id=329357>

в) Методические указания:

Филиппов, Е.Г. Численные методы поиска корней уравнения [Электронный ресурс] / Филиппов Е.Г., Ильина Е.А., Королева В.В.: Практикум. МГТУ.- Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение: лицензионное программное обеспечение: операционная система; офисные программы; математические пакет, статистические пакеты, установленные на каждом персональном компьютере вычислительного центра ФГБОУ ВПО «МГТУ».

Перечень лицензионного программного обеспечения по ссылке:

<http://sps.vuz.magtu.ru/Shared%20Documents/Forms/AllItems.aspx?RootFolder=%2FSha>

[red%20Documents%2F%D0%9F%D0%BE%D0%B4%D0%B3%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%BA%D0%B0%20%D0%BA%20%D0%B0%D0%BA%D0%BA%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D1%82%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8%202020%2F%D0%A1%D0%B0%D0%BC%D0%BE%D0%BE%D0%B1%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B0%BD%D0%B8%D0%B5%202019%D0%B3%2F%D0%9B%D0%B8%D1%86%D0%B5%D0%BD%D0%B7%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B5%20%D0%9F%D0%9E&InitialTabId=Ribbon.Document&VisibilityContext=WSSTabPersistence](http://www.mmk.ru)

ОФИЦИАЛЬНЫЕ САЙТЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ И ОРГАНИЗАЦИЙ:

[HTTP://WWW.MMK.RU](http://www.mmk.ru), [HTTP://WWW.CREDITURAL.RU](http://www.creditural.ru), [HTTP://WWW.MAGTU.RU](http://www.magtu.ru),

[HTTP://WWW.GKS.RU](http://www.gks.ru) и т.п.; РАЗРАБОТЧИКОВ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ:

[HTTP://WWW.STATSOFT.RU](http://www.statsoft.ru), [HTTP://WWW.MICROSOFT.COM](http://www.microsoft.com), [HTTP://WWW.PTC.COM](http://www.ptc.com) и т.п; САЙТЫ

ЛАБОРАТОРИЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ [HTTP://GRAPHICS.CS.MSU.RU](http://graphics.cs.msu.ru) ,

[HTTP://CGM.GRAPHICON.RU](http://cgm.graphicon.ru).

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Лекционная аудитория	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации
Компьютерный класс	Персональные компьютеры с пакетом Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Аудитории для самостоятельной работы: компьютерные классы; читальные залы библиотеки	Все классы УИТ и АСУ с персональными компьютерами, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Аудиторий для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Ауд. 282 и классы УИТ и АСУ
Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и наличием доступа в электронную информационно-образовательную среду организации	Классы УИТ и АСУ
Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Центр информационных технологий – ауд. 379