

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета  
 Л.Р.Фионова  
« 05 » 07 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.03 ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА**

Направление подготовки 01.03.04 «Прикладная математика»

Направленность (профиль подготовки) «Математическое моделирование в  
экономике и технике»

Квалификация выпускника – бакалавр

Форма обучения – очная

Пенза, 2019

## Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Вычислительная математика» являются

- научить студентов построению численных моделей процессов и явлений, изучаемых естественными науками, физико-техническими и инженерно-физическими дисциплинами, экологией и экономикой, анализу этих моделей;
- заложить понимание формальных основ дисциплины и выработать у студентов навыки осознанного перевода неформальных прикладных задач в численные задачи, допускающие решение на ЭВМ.

Формируемые дисциплиной знания и умения готовят выпускника данной образовательной программы к выполнению следующих трудовых функций:

- А/01.5 Осуществление проведения работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований (профстандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам»);
- А/02.5 Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок (профстандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам»);
- А/03.5 Подготовка элементов документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов работ (профстандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам»);
- С/05.6 Разработка концепции системы (профстандарт 06.022 «Системный аналитик»);
- С/06.6 Разработка технического задания на систему (профстандарт 06.022 «Системный аналитик»);
- С/07.6 Организация оценки соответствия требованиям существующих систем и их аналогов (профстандарт 06.022 «Системный аналитик»).

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Учебная дисциплина «Вычислительная математика» в учебном плане содержится в части, формируемой участниками образовательных отношений

Блока 1 «Дисциплины (модули)» ОПОП. Данная дисциплина имеет логическую и содержательно-методологическую взаимосвязь с другими частями ОПОП, так как углубляет и закрепляет математические и естественнонаучные знания и навыки, сформированные в результате изучения дисциплин базовой части.

Изучение данной учебной дисциплины базируется на знании дисциплин: «Математические модели экономики и техники», «Основы экономической синергетики», «Элементы программирования», «Теория приближения», «Математические модели экономики и техники», «Проектирование программного обеспечения», практик: «Производственная практика (НИР)», «Учебная практика (НИР)», «Производственная практика (технологическая)».

Основные положения дисциплины должны быть использованы при изучении дисциплин: «Параллельные вычисления и параллельное программирование», «Метод конечных элементов», практик: «Производственная практика (преддипломная)».

### 3. Результаты освоения дисциплины «Вычислительная математика»

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению:

Коды компетенции	Наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции (закрепленный за дисциплиной)	В результате освоения дисциплины обучающийся должен:
1	2	3	4
ПК-2	Способен проводить исследования на основе существующих методов в области математического моделирования в экономике и технике	ПК-2.1 Применяет математический аппарат для решения поставленных задач в научно-исследовательской деятельности	<b>Знать:</b> - методы исследования основных инженерных и научных задач проектирования и разработки объектов профессиональной деятельности; - численные методы решения типовых математических задач. <b>Уметь:</b> оценивать точность

			<p>полученных результатов; применять численные методы к решению стандартных математических задач.</p> <p><b>Владеть:</b> принципами работы современных пакетов прикладных программ.</p>
ПК-4	<p>Способен использовать языки программирования, методы управления данными, методы и средства проектирования программного обеспечения при решении практических задач математического моделирования в экономике и технике</p>	<p>ПК-4.1. Применяет современные языки программирования при решении практических задач математического моделирования</p>	<p><b>Знать:</b> методы исследования основных инженерных и научных задач проектирования и разработки объектов профессиональной деятельности.</p> <p><b>Уметь:</b> представлять полученные результаты в виде блок – схем, таблиц и графиков.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками реализации вычислительных алгоритмов на ЭВМ</p>

#### 4. Структура и содержание дисциплины «Вычислительная математика»

##### 4.1. Структура дисциплины «Вычислительная математика»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Семестр	Недели семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)								Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)		
				Контактная работа					Самостоятельная работа			Собеседование	Коллоквиум	Контроль выполнения домашнего задания
				Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Др. виды контакт. работы	Всего	Подготовка к аудиторным занятиям	Подготовка к экзамену			
1.	Раздел 1. Численные методы решения интегральных уравнений Фредгольма и Вольтерра.	7	1-6	30	12	6	12		18	18		3-6	8	2-7
1.1.	Тема 1.1. Решение уравнений Фредгольма методом замены ядра на конечную сумму и интерполяционным методом квадратур.	7	1	5	2	1	2		3	3		3		2
1.2.	Тема 1.2. Решение уравнений Фредгольма методом вырожденных ядер.	7	2	5	2	1	2		3	3		3		3
1.3.	Тема 1.3. Решение интегральных уравнений Фредгольма методом коллокации и моментов.	7	3	5	2	1	2		3	3		3		4

1.4	Тема 1.4. Решение интегральных уравнений Фредгольма методом наименьших квадратов.	7	4	5	2	1	2		3	3		4		5
1.5.	Тема 1.5. Метод последовательных приближений для уравнений Фредгольма.	7	5	5	2	1	2		3	3		5		6
1.6	Тема 1.6. Численные методы решения уравнений Вольтерра.	7	6	5	2	1	2		5	3		6		7
2.	Раздел 2. Численные методы решения некоторых типов сингулярных интегральных уравнений.	<b>7</b>	<b>7-8</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>4</b>		<b>6</b>	<b>6</b>		<b>8</b>	<b>10</b>	<b>8-9</b>
2.1.	Тема 2.1. Многочлены Чебышева и их основные свойства. Решение интегральных уравнений с логарифмической особенностью ядра.	7	7	5	2	1	2		3	3		8		8
2.2.	Тема 2.2. Решение сингулярных интегральных уравнений с ядром типа Коши. Приближенное решение интегро-дифференциальных уравнений.	7	8	5	2	1	2		3	3		8		9
3.	Раздел 3. Численные методы решения уравнений математической физики.	7	9-17	<b>50</b>	<b>20</b>	<b>10</b>	<b>20</b>		<b>30.3</b>	<b>30.3</b>		<b>11,13,15,17</b>		10-17
3.1.	Тема 3.1. Сетки и сеточные функции. Разностная аппроксимация дифференциальных операторов.	7	9	5	2	1	2		3	3		11		10
3.2.	Тема 3.2. Метод разностной прогонки. Сходимость и аппроксимация разностных схем. Устойчивость разностной схемы.	7	10	5	2	1	2		3	3		11		11
3.3	Тема 3.3. Разностные методы решения задачи Коши для уравнения теплопроводности. Устойчивость двухслойной разностной схемы для задачи Коши для уравнения	7	11	5	2	1	2		3	3		11		12

	теплопроводности.															
3.4	Тема 3.4. Метод неопределенных коэффициентов.	7	12	5	2	1	2		3	3		13		13		
3.5	Тема 3.5. Конструирование граничных условий при построении разностных схем для уравнения теплопроводности.	7	13	5	2	1	2		3	3		13		14		
3.6	Тема 3.6. Решение смешанных граничных задач для уравнения теплопроводности.	7	14	5	2	1	2		3	3		15		15		
3.7	Тема 3.7. Разностные схемы для уравнений эллиптического типа. Аппроксимация граничных условий для уравнений эллиптического типа.	7	15	5	2	1	2		3	3		15		16		
3.8	Тема 3.8. Разностные схемы для уравнений гиперболического типа. Задача Коши. Разностные схемы для решения смешанной граничной задачи для волнового уравнения.	7	16	5	2	1	2		3	3		17		17		
3.9	Тема 3.9. Правило Рунге. Устойчивость по начальным данным. Однопараметрическое семейство схем с весами. Разностные схемы расщепления. Экономичные разностные схемы. Метод переменных направлений.	7	17	5	2	1	2		6.3	6.3		17		17		
	<i>Подготовка к экзамену</i>								36		36					
	<i>Другие виды контактной работы</i>			4.7												
	Общая трудоемкость, в часах			<b>89.7</b>	<b>34</b>	<b>17</b>	<b>34</b>	<b>4.7</b>	<b>90.3</b>	<b>54.3</b>	<b>36</b>	Промежуточная аттестация				
											Форма				Семестр	
											Экзамен				7	

## 4.2. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1.	Численные методы решения интегральных уравнений Фредгольма и Вольтерра.	Решение уравнений Фредгольма интерполяционным методом квадратур, методом вырожденных ядер, методом коллокации, методом моментов, методом наименьших квадратов, методом последовательных приближений для уравнений Численные методы решения интегральных уравнений Вольтерра.
2.	Численные методы решения некоторых типов сингулярных интегральных уравнений.	Многочлены Чебышева и их основные свойства. Решение интегральных уравнений с логарифмической особенностью ядра. Решение некоторых сингулярных интегральных уравнений с ядром типа Коши. Приближенное решение гиперсингулярных интегральных уравнений.
3.	Численные методы решения уравнений математической физики.	Сетки и сеточные функции. Разностная аппроксимация дифференциальных операторов. Метод разностной прогонки. Сходимость и аппроксимация разностных схем. Устойчивость разностной схемы. Разностные методы решения задачи Коши для уравнения теплопроводности. Устойчивость двухслойной разностной схемы для задачи Коши для уравнения теплопроводности. Метод неопределенных коэффициентов. Конструирование граничных условий при построении разностных схем для уравнения теплопроводности. Решение смешанных граничных задач для уравнения теплопроводности. Разностные аппроксимации для уравнений параболического типа. Разностные схемы для уравнений эллиптического типа. Аппроксимация граничных условий для уравнений эллиптического типа. Разностные схемы для уравнений гиперболического типа. Задача Коши. Разностные схемы для решения смешанной граничной задачи для волнового уравнения. Правило Рунге. Устойчивость по начальным данным. Однопараметрическое семейство схем с весами. Разностные схемы расщепления. Экономичные разностные схемы. Метод переменных направлений.



## 5. Образовательные технологии

В процессе изучения дисциплины «Вычислительная математика» предполагается использовать структурно-логические и интеграционные образовательные технологии, реализуемые посредством:

- лекций в виде вводных, текущих, обзорных и заключительно-обобщающих занятий;
- практических занятий с использованием методов «многократного повторения» (темы 2.1, 3.1); по логике мышления – индуктивные, дедуктивные и репродуктивные.
- лабораторных работ и их защиты в виде собеседования;
- организации самостоятельной работы на основе лично-дифференцированного подхода планирования задания в виде воспроизводящей и частично-поисковой работ.
- организации текущего контроля знаний студентов методами: выполнения домашних заданий, оценки активности на практических занятиях и рейтинговой системы общей оценки знаний студентов.

Занятия, проводимые в интерактивных формах, с использованием интерактивных технологий составляют 30% занятий.

В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по собственной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной дисциплины базируется на следующих возможностях: обеспечение внеаудиторной работы со студентами в том числе в электронной образовательной среде с использованием соответствующего программного оборудования, дистанционных форм обучения, возможностей интернет-ресурсов, индивидуальных консультаций и т.д.

При организации самостоятельной работы студентов и, при необходимости, при проведении аудиторных занятий используются /могут быть использованы дистанционные образовательные технологии

Другие виды контактной работы: проведение консультаций, прием экзаменов.

### 6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

#### 6.1. План самостоятельной работы студентов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1	Тема 1.1. Решение уравнений Фредгольма методом замены ядра на конечную сумму и	Подготовка к аудиторным занятиям,	к Подробно изучить тему 1.1.	П.7 а) 1, 2, 3, 5, 6, 7	3

	интерполяционным методом квадратур.	изучение литературы, решение задач, выполнение лабораторной работы №1	Решить задание №1. Выполнить типовое задание к лабораторной работе №1		
2	Тема 1.2. Решение уравнений Фредгольма методом вырожденных ядер.	Подготовка к аудиторным занятиям, изучение литературы, решение задач	Подробно изучить тему 1.2. Решить задание №2.	П.7 а) 1, 3, 5, 6, 7	3
3	Тема 1.3. Решение интегральных уравнений Фредгольма методом коллокации и моментов.	Подготовка к аудиторным занятиям, изучение литературы, решение задач	Подробно изучить тему 1.3. Решить задание №3.	П.7 а) 1, 3, 5, 6, 7	3
4	Тема 1.4. Решение интегральных уравнений Фредгольма методом наименьших квадратов.	Подготовка к аудиторным занятиям, изучение литературы, решение задач	Подробно изучить тему 1.4. Решить задание №4.	П.7 а) 1, 3, 5, 6, 7	3
5	Тема 1.5. Метод последовательных приближений для уравнений Фредгольма.	Подготовка к аудиторным занятиям, изучение литературы, решение задач	Подробно изучить тему 1.5. Решить задание №5.	П.7 а) 1, 3, 5, 6, 7	3
6	Тема 1.6. Численные методы решения уравнений Вольтерра	Подготовка к аудиторным занятиям, изучение литературы, решение задач	Подробно изучить тему 1.6. Решить задание №6.	П.7 а) 1, 3, 5, 6, 7	3
7	Тема 2.1. Многочлены Чебышева и их основные свойства. Решение интегральных уравнений с логарифмической особенностью ядра.	Подготовка к аудиторным занятиям, изучение литературы, решение задач	Подробно изучить темы 1.7. Решить задание №7.	П.7 а) 1, 3, 5, 7	3
8	Тема 2.2. Решение сингулярных интегральных уравнений с ядром типа Коши. Приближенное решение интегро-	Подготовка к аудиторным занятиям, изучение	Подробно изучить тему 2.2. Решить	П.7 а) 1, 2, 3, 5, 6, 7	3

	дифференциальных уравнений.	литературы, решение задач, выполнение лабораторной работы №2	задание №8. Выполнить типовое задание к лабораторн ой работе №2		
9	Тема 3.1. Сетки и сеточные функции. Разностная аппроксимация дифференциальных операторов.	Подготовка к аудиторным занятиям, изучение литературы	Подробно изучить тему 3.1.	П.7 а) 1, 3, 5, 7	3
10	Тема 3.2. Метод разностной прогонки. Сходимость и аппроксимация разностных схем. Устойчивость разностной схемы.	Подготовка к аудиторным занятиям, изучение литературы, решение задач, выполнение лабораторной работы №3	Подробно изучить тему 3.2. Решить задание №9. Выполнить типовое задание к лабораторн ой работе №3	П.7 а) 1, 2, 3, 5, 6, 7	3
11	Тема 3.3. Разностные методы решения задачи Коши для уравнения теплопроводности. Устойчивость двухслойной разностной схемы для задачи Коши для уравнения теплопроводности.	Подготовка к аудиторным занятиям, изучение литературы, решение задач	Подробно изучить тему 3.3. Решить задание №10.	П.7 а) 1, 3, 5, 6, 7	3
12	Тема 3.4. Метод неопределенных коэффициентов.	Подготовка к аудиторным занятиям, изучение литературы	Подробно изучить тему 3.4.	П.7 а) 1, 3, 5, 7	3
13	Тема 3.5. Конструирование граничных условий при построении разностных схем для уравнения теплопроводности.	Подготовка к аудиторным занятиям, изучение литературы	Подробно изучить тему 3.5.	П.7 а) 1, 3, 5, 7	3
14	Тема 3.6. Решение смешанных граничных задач для уравнения теплопроводности.	Подготовка к аудиторным занятиям, изучение литературы, выполнение лабораторной работы №4	Подробно изучение темы 3.6. Выполнить типовое задание к лабораторн ой работе №4	П.7 а) 1, 2, 3, 5, 6, 7	3

15	Тема 3.7. Разностные схемы для уравнений эллиптического типа. Аппроксимация граничных условий для уравнений эллиптического типа.	Подготовка к аудиторным занятиям, изучение литературы, выполнение лабораторной работы №5	к	Подробно изучить тему 3.7. Выполнить типовое задание к лабораторной работе №5	П.7 а) 1, 2, 3, 5, 6, 7	3
16	Тема 3.8. Разностные схемы для уравнений гиперболического типа. Задача Коши. Разностные схемы для решения смешанной граничной задачи для волнового уравнения.	Подготовка к аудиторным занятиям, изучение литературы.	к	Подробно изучить тему 3.8.	П.7 а) 1, 3, 5, 6, 7	3
17	Тема 3.9. Правило Рунге. Устойчивость по начальным данным. Однопараметрическое семейство схем с весами. Разностные схемы расщепления. Экономичные разностные схемы. Метод переменных направлений.	Подготовка к аудиторным занятиям, изучение литературы	к	Подробно изучить тему 3.9.	П.7 а) 1, 3, 5, 7	6.3
1-17	Все темы	Подготовка к экзамену	к	Изучение теоретического материала и решение задач	П.7	36

### Задание № 1

К интегральному уравнению  $y(x) - \int_0^1 xsy(s)ds = \frac{2}{3}x$ ,  $0 \leq x \leq 1$ . применить интерполяционный метод квадратур, метод замены интеграла квадратурной формулой трапеций.

### Задание №2

К интегральному уравнению  $y(x) - \int_0^1 xsy(s)ds = \frac{2}{3}x$ ,  $0 \leq x \leq 1$ . применить метод вырожденных ядер.

### Задание №3

К интегральному уравнению  $y(x) - \int_0^1 xsy(s)ds = \frac{2}{3}x$ ,  $0 \leq x \leq 1$ . применить

метод моментов и метод коллокации.

#### Задание №4

К интегральному уравнению  $y(x) - \int_0^1 xsy(s)ds = \frac{2}{3}x$ ,  $0 \leq x \leq 1$ . применить

метод наименьших квадратов.

#### Задание №5

К интегральному уравнению  $y(x) - \frac{1}{2} \int_0^1 xsy(s)ds = \frac{2}{3}x$ ,  $0 \leq x \leq 1$ . применить

метод последовательных приближений.

#### Задание №6

К интегральному уравнению  $y(x) - \int_0^x xsy(s)ds = \frac{2}{3}x$ ,  $0 \leq x \leq 1$ . применить

метод последовательных приближений.

#### Задание №7

Пользуясь аппаратом многочленов Чебышева, найти решение интегрального уравнения

$$\int_{-1}^1 \left( \ln \frac{1}{|x-y|} + xy \right) \frac{\varphi(x)}{\sqrt{1-x^2}} dx = 1 + y \quad -1 \leq y \leq 1.$$

#### Задание №8

Пользуясь аппаратом многочленов Чебышева, найти решение интегрального уравнения

$$\int_{-1}^1 \left( \frac{1}{x-y} + xy \right) \frac{\varphi(x)}{\sqrt{1-x^2}} dx = 1 + y,$$

$$-1 \leq y \leq 1.$$

#### Задание №9

Методом разностной прогонки найти приближенное решение следующей задачи

$$y'' + 2y' - y = 2x^2, \quad y(0) = 0, \quad y(1) = 1.$$

### Задание №10

Построить явную и неявную разностную схемы для решения задачи Коши

для уравнения теплопроводности  $\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$ , с начальным условием

$u(x,0) = f(x)$  и граничными условиями

$$u(0,t) = \mu_1(t), u(a,t) = \mu_2(t).$$

Определить условия устойчивости и порядок аппроксимации.

### Типовое задание к лабораторной работе №1

Решить уравнение Фредгольма

$$\phi(x) = f(x) + \int_a^b K(x,s)\phi(s)ds.$$

интерполяционным методом квадратур.

- 1 Составить модельную задачу и отладить на ней программу.
- 2 Решить задачу для конкретного варианта.
- 3 Вывести результаты решения модельной задачи и для конкретного варианта для различного числа узлов.
4. Внести случайную погрешность в начальные данные и, проведя вычисления для измененных данных, сделать вывод об устойчивости.
5. Проанализировать результаты.

### Типовое задание к лабораторной работе №2

Решить гиперсингулярное уравнение

$$\frac{d}{dy} \int_{-1}^1 \frac{1}{x-y} \phi(x) \sqrt{1-x^2} dx = f(y), \quad -1 < y < 1.$$

1. Составить модельную задачу и отладить на ней программу.
2. Решить задачу для конкретного варианта.
3. Вывести результаты решения модельной задачи в виде

$x_i$	$\phi_N(x_i)$	$\phi(x_i)$	$ \phi_N(x_i) - \phi(x_i) $

4. Вывести результаты для поставленной задачи:

$x_i$	$\phi_N(x_i)$	$\phi_{2N}(x_i)$	$ \phi_N(x_i) - \phi_{2N}(x_i) $

5. Внести случайную погрешность в начальные данные и, проведя вычисления для измененных данных, сделать вывод об устойчивости.

6. Проанализировать результаты.

### Типовое задание к лабораторной работе №3

Решить краевую задачу для дифференциального уравнения второго порядка

$$y'' + p(x)y' + q(x)y = f(x),$$

$$c_1y(a) + c_2y'(a) = c,$$

$$d_1y(b) + d_2y'(b) = d.$$

1. Изучить теоретическую часть метода прогонки.
2. Составить модельную задачу и отладить на ней программу. Сравнить приближенное решение с точным.
3. Решить задачу для конкретного варианта. Оценить погрешность по правилу Рунге. Провести анализ полученных результатов.

### Типовое задание к лабораторной работе №4

Найти решение  $u(x,y)$  задачи Дирихле  $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0$  в квадрате со стороной 1 для уравнения Лапласа с краевыми условиями вида

$$u(0,y) = f_1(y), \quad u(1,y) = f_2(y), \quad y \in [0,1],$$

$$u(x,0) = f_3(x), \quad u(x,1) = f_4(x), \quad x \in [0,1].$$

1. Изучить теоретическую часть решения задачи Дирихле для уравнения Лапласа с применением метода конечных разностей.
2. Составить программу решения поставленной задачи.

3. Сформулировать модельную задачу, отладить программу на модельной задаче. Сравнить приближенное и точное решение.

4. Решить задачу для конкретного варианта. Погрешность оценить по правилу Рунге и проанализировать полученные результаты.

### **Типовое задание к лабораторной работе №5**

Решить задачу Коши для уравнения теплопроводности

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2},$$

с начальным условием  $u(x, 0) = f(x)$

и граничными условиями

$$u(0, t) = \mu_1(t), \quad u(a, t) = \mu_2(t).$$

1. Изучить теоретическую часть решения задачи для уравнения теплопроводности с применением метода конечных разностей.

2. Составить программу вычислений.

3. Сформулировать модельную задачу. Программу отладить на модельной задаче. Решить модельную задачу и сравнить приближенное решение с точным, Вывести на печать каждый десятый временной слой.

4. Решить задачу для конкретного варианта и проанализировать полученные результаты.

### **6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов**

- **Подготовка к аудиторным занятиям** проводится посредством изучения курса лекций, литературы, реализации основных численных методов на алгоритмических языках программирования, а также решения предложенных задач.

- **Подготовка к экзамену** – изучение курса лекций, упражнения в решении типовых задач, изучение дополнительной литературы.

### **6.3. Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов**

#### ***Контроль освоения компетенций***



№ п\п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1	Проведение коллоквиума	Разделы 1,2.	ПК-2, ПК-4
2	Собеседование/защита лабораторной работы	Разделы 1,2,3.	ПК-2, ПК-4
3	Контроль выполнения домашнего задания	Разделы 1,2,3.	ПК-2, ПК-4

Материалы для проведения текущего контроля знаний и промежуточной аттестации составляют отдельный документ – Фонд оценочных средств по дисциплине «Вычислительная математика».

Демонстрационные варианты оценочных средств для каждого вида контроля можно посмотреть <http://moodle.pnzgu.ru> в разделе дисциплины

## **7. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины «Вычислительная математика»**

### **а) Литература**

1. Кудряшова Н.Ю., Мойко Н.В. Вычислительная математика. Учебное пособие. – Пенза, издательство ПГУ, 2017. – 10 экз.  
[http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r\\_91/cgiirbis\\_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL\\_PRINT&S21FMT=fullw\\_print&C21COM=F&Z21MFN=20118](http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL_PRINT&S21FMT=fullw_print&C21COM=F&Z21MFN=20118)
2. Кудряшова Н.Ю., Мойко Н.В. Вычислительная математика. Методические указания для выполнения лабораторных работ. – Пенза, издательство ПГУ, 2017 – 25 экз. [http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r\\_91/cgiirbis\\_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL\\_PRINT&S21FMT=fullw\\_print&C21COM=F&Z21MFN=19278](http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL_PRINT&S21FMT=fullw_print&C21COM=F&Z21MFN=19278)
3. Демидович Б.П., Марон И.А. Основы вычислительной математики: Учебное пособие. 7-е изд., стер. – Спб.: Издательство «Лань», 2009 – 11 экз.  
[http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r\\_91/cgiirbis\\_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL\\_PRINT&S21FMT=fullw\\_print&C21COM=F&Z21MFN=11367](http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL_PRINT&S21FMT=fullw_print&C21COM=F&Z21MFN=11367)

4. Киреев, В.И. Численные методы в примерах и задачах [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.И. Киреев, А.В. Пантелеев. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2015. — 448 с. — Режим доступа: ЭБС Лань. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=65043](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=65043)

5. Демидович, Б.П. Основы вычислительной математики [Электронный ресурс]: учебное пособие / Б.П. Демидович, И.А. Марон. — Электрон. дан. ЭБС Лань. — СПб. : Лань, 2011. — 665 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2025](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2025)

6. Марчук, Г.И. Методы вычислительной математики [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2009. — 608 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/255>

#### **б) Интернет-ресурсы**

##### **в) Программное обеспечение**

1. ПО «Microsoft Windows» (подписка DreamSpark/Microsoft Imagine Standard); регистрационный номер 00037FFEBA CF8FD7 Договор № СД-130712001 от 12.07.2013 (подписка с 1 сентября 2013 г. до 31 августа 2017 г.) Продление Microsoft Imagine Standard KDF-00031 (подписка с 1 сентября 2017 г. до 31 августа 2020 г.)

##### **г) Другое материально-техническое обеспечение**

1. Персональные компьютеры

Рабочая программа дисциплины «Вычислительная математика» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.04 — «Прикладная математика», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «10» января 2018 г. №11.

Программу составили:

1. Кудряшова Н.Ю.  \_\_\_\_\_ доцент кафедры ВиПМ

**Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.**

Программа одобрена на заседании кафедры «Высшая и прикладная математика»

Протокол № 11 от « 01 » 04 2019 года

Зав. Кафедрой ВиПМ  \_\_\_\_\_ д.ф.м.н., проф. Бойков И.В.

Программа согласована с заведующим выпускающей кафедрой «Высшая и прикладная математика»

Зав. Кафедрой ВиПМ  \_\_\_\_\_ д.ф.м.н., проф. Бойков И.В.

Программа одобрена методической комиссией ФВТ

Протокол № 10 от « 03 » 04 2019 года

Председатель методической комиссии ФВТ

к.т.н., доцент



Глотова Т.В.

**Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и  
регистрации изменений**

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата )	Внесенные изменения	Подпись зав. кафедрой
2020-2021	№1 от 01.09.20	Без изменений	