

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Горбунов Алексей Александрович

Должность: Заместитель начальника университета по учебной работе

Дата подписания: 17.06.2024 10:19:27

Уникальный программный ключ:

286e49ee1471d400cc1545539d51ed7bbf0e9cc7

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский университет  
Государственной противопожарной службы МЧС России»**

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель начальника  
университета по учебной работе  
полковник внутренней службы

А.А. Горбунов

«27» мая 2020

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА**

**Направление подготовки  
27.03.03 Системный анализ и управление**

**уровень бакалавриата**

**Санкт-Петербург**

## **1. Цель и задачи дисциплины «Вычислительная математика»**

*Целью освоения дисциплины* является овладение методами математического познания и методологией работы с математическими объектами в контексте их применения для решения профессионально-ориентированных задач.

В процессе освоения дисциплины «Вычислительная математика» обучающийся формирует и демонстрирует нормативно заданные компетенции.

### **Перечень компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины «Вычислительная математика»**

<b>Компетенции</b>	<b>Содержание</b>
<b>ОК-5</b>	способностью к самоорганизации и самообразованию
<b>ОПК-1</b>	готовностью применять методы математики, физики, химии, системного анализа, теории управления, теории знаний, теории и технологии программирования, а также методов гуманитарных, экономических и социальных наук
<b>ОПК-3</b>	способностью представлять современную научную картину мира на основе знаний основных положений, законов и методов естественных наук и математики
<b>ПК-1</b>	способностью принимать научно-обоснованные решения на основе математики, физики, химии, информатики, экологии, методов системного анализа и теории управления, теории знаний, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности

### ***Задачи дисциплины «Вычислительная математика»***

– освоение методики построения математических моделей с использованием аналитических, вычислительных и системно-аналитических методов для решения прикладных задач в области управления объектами техники, технологии, организационными системами;

– овладение необходимым аппаратом вычислительной математики и теории алгоритмов, дающим возможность осуществлять постановку задач в области математики, системного анализа, теории управления и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности.

– формирование представления о современной научной картине мира на основе знаний основных положений, законов и методов естественных наук и математики с использованием методов повышения творческого потенциала личности к самоорганизации и самообразованию.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения дисциплине «Вычислительная математика», соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты обучения по дисциплине «Вычислительная математика»	Планируемые результаты освоения образовательной программы
В результате освоения дисциплины «Вычислительная математика» обучающийся должен демонстрировать <b>способность и готовность</b>	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен <b>владеть</b> компетенциями
к рефлексии собственных результатов профессиональной деятельности;	ОК-5
к самостоятельному овладению образцами профессиональной деятельности	
- к принятию грамотных решений научно-технических задач на основе методов системного анализа и теории управления;	ОПК-1
осуществить постановку экспериментов в исследовательской деятельности;	
к научной оценке корректности и эффективности результатов исследований	
к освоению в сфере профессиональной деятельности основных положений, законов и методов естественных наук и математики;	ОПК-3
к самостоятельному выявлению фундаментальной сущности технических проблем;	
к интегративному видению и осмыслению целостности современной научной картины мира	
<b>в научно-исследовательской деятельности</b>	
принимать научно-обоснованные решения на основе математики, физики, химии, информатики, экологии, методов системного анализа и теории управления, теории знаний, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности	ПК-1

## 3. Место дисциплины «Вычислительная математика» в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Вычислительная математика» относится к базовой части основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 27.03.03 Системный анализ и управление (уровень бакалавриата).

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

#### 4.1. Объем дисциплины «Вычислительная математика» и виды контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		4	5
Общая трудоемкость дисциплины в часах	216	72	144
Общая трудоемкость дисциплины в зачетных единицах	6	2	4
<b>Контактная работа (всего)</b>	<b>92</b>	<b>36</b>	<b>56</b>
Лекции	36	14	22
Практические занятия	48	20	28
Лабораторные работы	6	2	4
<b>Консультации</b>	<b>2</b>		<b>2</b>
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>88</b>	<b>36</b>	<b>52</b>
Форма контроля - зачет		+	
Форма контроля - экзамен	36		36

#### 4.2. Разделы и темы дисциплины «Вычислительная математика» и виды занятий

№ пп	Наименование разделов и тем	Всего часов	Количество часов по видам занятий			Самостоятельная работа	Консультации	Контроль	Примечание
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Раздел 1. Критерии оценки вычислений. Интерполяция, численное дифференцирование и интегрирование функций</b>									
1.	Тема 1. Особенности математических вычислений, реализуемых на ЭВМ.	4	2			2			
2.	Тема 2. Введение в элементарную теорию погрешностей.	12	2	2	2	6			
3.	Тема 3. Критерии оценки вычислений.	8	2	2		4			
4.	Тема 4. Интерполирование функций.	4	2			2			
5.	Тема 5. Интерполяционные многочлены Лагранжа и Ньютона.	12	2	4		6			
6.	Тема 6. Численное дифференцирование функций.	12	2	4		6			
7.	Тема 7. Численное интегрирование функций.	20	2	8		10			
<b>Зачет</b>								+	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Итого за 4 семестр</b>		<b>72</b>	<b>14</b>	<b>20</b>	<b>2</b>	<b>36</b>			
<b>Раздел 2. Численные методы алгебры и математического анализа</b>									
8.	Тема 8. Численные методы алгебры и математического анализа.	8	2	2		4			
9.	Тема 9. Итерационные методы решения задач линейной алгебры.	12	2	2	2	6			
10.	Тема 10. Методы приближения и аппроксимация функций.	22	4	8		10			
11.	Тема 11. Численные методы решения нелинейных уравнений.	8	2	2		4			
12.	Тема 12. Итерационные методы решения нелинейных уравнений и систем.	16	2	2	2	10			
13.	Тема 13. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений.	14	4	4		6			
14.	Тема 14. Численные методы одномерной оптимизации.	18	4	6		8			
15.	Тема 15. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений ДУ высокого порядка.	8	2	2		4			
<b>Консультации</b>		<b>2</b>					<b>2</b>		
<b>Экзамен</b>		<b>36</b>						<b>36</b>	
<b>Итого за 5 семестр</b>		<b>144</b>	<b>22</b>	<b>28</b>	<b>4</b>	<b>52</b>	<b>2</b>	<b>36</b>	
<b>Итого по дисциплине</b>		<b>216</b>	<b>36</b>	<b>48</b>	<b>6</b>	<b>88</b>	<b>2</b>	<b>36</b>	

### 4.3. Содержание дисциплины «Вычислительная математика»

#### Раздел 1. Критерии оценки вычислений. Интерполяция, численное дифференцирование и интегрирование функций

##### Тема 1. Особенности математических вычислений, реализуемых на ЭВМ

**Лекция.** Понятие математического моделирования и решения инженерных задач на ЭВМ. Корректность и обусловленность вычислительных задач. Вычислительные методы.

**Самостоятельная работа.** Нахождение числа обусловленности вычислительной задачи.

##### Рекомендуемая литература:

основная [1, 2];

дополнительная [1, 2].

##### Тема 2. Введение в элементарную теорию погрешностей

**Лекция.** Источники и классификация погрешностей результата численного решения задачи. Приближенные числа. Абсолютная и относительная по-

грешность. Погрешность арифметических операций над приближенными числами. Погрешность функции. Особенности машинной арифметики.

**Практическое занятие.** Вычисление погрешностей.

**Лабораторная работа.** Оценка обусловленности вычислительной задачи.

**Самостоятельная работа.** Определение характеристик вычислительных задач.

**Рекомендуемая литература:**

основная [1, 2];

дополнительная [1, 2].

### **Тема 3. Критерии оценки вычислений**

**Лекция.** Понятие линейного нормированного пространства. Вычисление абсолютной и относительной погрешности в линейных нормированных пространствах. Сходимость последовательностей в линейных нормированных пространствах.

**Практическое занятие.** Критерии оценки вычислений.

**Самостоятельная работа.** Вычисление норм элементов в линейных нормированных пространствах.

**Рекомендуемая литература:**

основная [1, 2];

дополнительная [1, 2].

### **Тема 4. Интерполирование функций**

**Лекция.** Понятие об интерполяции. Интерполяция обобщенными многочленами. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Интерполяционная схема Эйткина. Погрешность интерполяции.

**Самостоятельная работа.** Интерполяционная схема Эйткина.

**Рекомендуемая литература:**

основная [1, 2];

дополнительная [1, 2].

### **Тема 5. Интерполяционные многочлены Лагранжа и Ньютона**

**Лекция.** Конечные разности и их свойства. Интерполяционный многочлен Ньютона для равноотстоящих узлов. Разделенные разности и их свойства. Интерполяционный многочлен Ньютона для неравных промежутков. Оценка погрешности интерполяции по таблице конечных разностей.

**Практическое занятие.** Интерполяция функций по формулам Лагранжа и Ньютона.

**Самостоятельная работа.** Интерполяционные многочлены Гаусса и Стирлинга

**Рекомендуемая литература:**

основная [1, 2];

дополнительная [1, 2].

## **Тема 6. Численное дифференцирование функций**

**Лекция.** Приближенное вычисление производной по её определению. Оценка погрешности. Конечно-разностная аппроксимация производных. Вычисление производных с применением интерполяционных многочленов. Оценка погрешности численного дифференцирования.

**Практическое занятие.** Численное дифференцирование.

Численное дифференцирование по формулам Ньютона.

**Самостоятельная работа.** Формулы численного дифференцирования высокого порядка.

**Рекомендуемая литература:**

основная [1, 2];

дополнительная [1, 2].

## **Тема 7. Численное интегрирование функций**

**Лекция.** Постановка задачи численного интегрирования. Формулы прямоугольников, трапеций, Симпсона. Оценка погрешности формул численного интегрирования. Вычисление определенных интегралов по формуле Гаусса. Правило Рунге практической оценки погрешности.

**Практическое занятие.** Численное интегрирование функций.

**Самостоятельная работа.** Формулы численного интегрирования высокой алгебраической точности. Приближенное вычисление несобственных интегралов

**Рекомендуемая литература:**

основная [1, 2];

дополнительная [1, 2].

## **Раздел 2. Численные методы алгебры и математического анализа**

### **Тема 8. Численные методы алгебры и математического анализа**

**Лекция.** Приближенное решение систем линейных алгебраических уравнений в схеме Гаусса. Оценка погрешности. Метод невязок. Приближенное вычисление определителей в схеме Гаусса. Приближенное вычисление обратной матрицы в схеме Гаусса.

**Практическое занятие.** Решение линейных систем, определителей и обратной матрицы в схеме Гаусса.

**Самостоятельная работа.** Уменьшение погрешности решения задач линейной алгебры методом невязок.

**Рекомендуемая литература:**

основная [1, 2];

дополнительная [1, 2].

### **Тема 9. Итерационные методы решения задач линейной алгебры**

**Лекция.** Метод простых итераций решения систем линейных уравнений. Достаточное условие сходимости итерационного процесса. Оценка числа итераций и погрешности.

**Практическое занятие.** Итерационные методы решения систем линейных уравнений.

**Лабораторная работа.** Практическое решение задач линейной алгебры.

**Самостоятельная работа.** Разработка алгоритмов решения линейной алгебры.

**Рекомендуемая литература:**

основная [1, 2];

дополнительная [1, 2].

### **Тема 10. Методы приближения и аппроксимация функций**

**Лекция.** Интегральная и точечная среднеквадратичная аппроксимация функций. Постановка задачи аппроксимации функций по методу наименьших квадратов (МНК). Выбор системы линейно-независимых функций для построения нормальной системы уравнений в МНК.

**Практическое занятие.** Линейная интегральная и точечная аппроксимация функций по методу наименьших квадратов.

Выравнивание экспериментальных данных. Подбор аппроксимирующей функции.

Проверочная работа по теме «Методы приближения и аппроксимация функций».

**Самостоятельная работа.** Интегральное и точечное приближение функций алгебраическими многочленами Лежандра и Чебышева.

**Рекомендуемая литература:**

основная [1, 2];

дополнительная [1, 2].

### **Тема 11. Численные методы решения нелинейных уравнений**

**Лекция.** Методы отделения корней уравнения. Метод половинного деления. Метод касательных (Ньютона). Метод итераций.

**Практическое занятие.** Численные методы решения нелинейных уравнений.

**Самостоятельная работа.** Разработка алгоритмов численного решения нелинейных уравнений.

**Рекомендуемая литература:**

основная [1, 2];

дополнительная [1, 2].

### **Тема 12. Итерационные методы решения нелинейных уравнений и систем**

**Лекция.** Достаточные условия сходимости итерационных процессов. Решение систем нелинейных уравнений методом итераций. Оценка погрешности решения итерационных методов.

**Практическое занятие.** Решение систем нелинейных уравнений методом итераций.



**Лабораторная работа.** Решение нелинейных уравнений методом итераций.

**Самостоятельная работа.** Составление алгоритмов решения нелинейных уравнений и систем методом итераций.

**Рекомендуемая литература:**

основная [1, 2];

дополнительная [1, 2].

### **Тема 13. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ)**

**Лекция.** Понятие о численном решении задачи Коши. Классификация методов. Метод Эйлера и его модификации. Метод Рунге-Кутты. Метод Адамса с итерациями. Правило Рунге практической оценки погрешности.

**Практическое занятие.** Численное решение ОДУ 1-го порядка методом Эйлера.

Численное решение ОДУ 1-го порядка методом Рунге-Кутты.

**Самостоятельная работа.** Составление алгоритмов численного решения ОДУ 1-го порядка.

**Рекомендуемая литература:**

основная [1, 2];

дополнительная [1, 2].

### **Тема 14. Численные методы одномерной оптимизации**

**Лекция.** Необходимые и достаточные условия экстремума в задачах одномерной оптимизации. Унимодальные функции. Схема сужения промежутка унимодальности функции. Метод половинного деления. Метод золотого сечения. Метод сканирования.

**Практическое занятие.** Метод золотого сечения нахождения минимума функции одной переменной.

Метод сканирования нахождения минимума функции одной переменной.

Решение задач нахождение минимума функции одной переменной.

**Самостоятельная работа.** Составление алгоритмов безусловной оптимизации для функции одной переменной.

**Рекомендуемая литература:**

основная [1, 2];

дополнительная [1, 2].

### **Тема 15. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений ДУ высокого порядка**

**Лекция.** Численные методы решения ДУ высокого порядка. Численные методы решения систем ДУ высокого порядка.

**Практическое занятие.** Численные методы решения ДУ высокого порядка и систем ДУ высокого порядка.

**Самостоятельная работа.** Составление алгоритмов решения ДУ и систем ДУ высокого порядка.

**Рекомендуемая литература:**

основная [1, 2];

дополнительная [1, 2].

## **5. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины «Вычислительная математика»**

При реализации программы дисциплины используются лекционные, практические и лабораторные занятия.

Общими целями занятий являются:

– обобщение, систематизация, углубление, закрепление теоретических знаний по конкретным темам дисциплины;

**Целями лекции являются:**

– дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентируя внимание на наиболее сложных вопросах темы курса;

– стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

В ходе практического занятия обеспечивается процесс активного взаимодействия обучающихся с преподавателем; приобретаются практические навыки и умения.

**Целями практического занятия:**

– углубить и закрепить знания, полученные на лекции;

– формирование навыков использования знаний для решения практических задач.

**Целями лабораторной работы:**

– обобщение, систематизации и углубления теоретических знаний по конкретным темам дисциплины;

– формирование умений применять полученные знания в практической деятельности;

– развитие аналитических, проектировочных, конструктивных умений;

– выработка самостоятельности, ответственности и творческой инициативы.

**Консультации** проводятся перед экзаменами с целью обобщения пройденного материала и разъяснения наиболее трудных вопросов, возникающих у обучающихся при изучении дисциплины.

**Самостоятельная работа** обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим занятиям.

## **6. Оценочные средства для проведения промежуточных аттестаций обучающихся по дисциплине «Вычислительная математика»**

Оценочные средства дисциплины «Вычислительная математика» включает в себя следующие разделы:

1. Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих формирование компетенций в процессе освоения дисциплины.
2. Методика оценивания персональных образовательных достижений обучающихся.

### **6.1. Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих формирование компетенций в процессе освоения дисциплины**

#### **Примерный перечень вопросов для зачёта**

1. Математическое моделирование и решение инженерных задач на ЭВМ.
2. Классификация вычислительных задач.
3. Корректность вычислительных задач.
4. Обусловленность вычислительных задач.
5. Классификация вычислительных методов.
6. Методы эквивалентных преобразований. Примеры.
7. Методы аппроксимации. Примеры.
8. Условие сходимости методов аппроксимации.
9. Прямые (точные) вычислительные методы. Примеры.
10. Итерационные вычислительные методы. Примеры.
11. Статистические вычислительные метод. Примеры.
12. Условие сходимости и останова итерационных методов.
13. Источники и классификация погрешностей численного решения задачи.
14. Приближенные числа. Правила записи приближенных чисел.
15. Абсолютная погрешность приближенного числа. Правила записи.
16. Относительная погрешность приближенного числа. Правила записи.
17. Понятие верной цифры в приближенном числе и правило нахождения.
18. Погрешность суммы и разности приближенных чисел.
19. Погрешность произведения и частного приближенных чисел.
20. Погрешность вычисления функции одной переменной.
21. Погрешность вычисления функции нескольких переменных.
22. Обратная задача теории погрешности для функции одной переменной.

23. Обратная задача теории погрешности для функции нескольких переменных.
24. Погрешность арифметических операций над приближенными числами.
25. Погрешность функции.
26. Особенности машинной арифметики.
27. Понятие линейного нормированного пространства. Примеры.
28. Понятие нормы в линейном нормированном пространстве векторов.
29. Понятие нормы в линейном нормированном пространстве матриц.
30. Понятие нормы в линейном нормированном пространстве функций, непрерывных на отрезке.
31. Понятие кубической нормы. Примеры.
32. Понятие октаэдрической нормы. Примеры.
33. Понятие равномерной нормы. Примеры.
34. Понятие квадратичной нормы. Примеры.
35. Вычисление расстояния в линейных нормированных пространствах.
36. Вычисление абсолютной и относительной погрешности в линейных нормированных пространствах.
37. Сходимость последовательностей в линейных нормированных пространствах.
38. Понятие об интерполяции. Интерполяция обобщенными многочленами.
39. Интерполяционный многочлен Лагранжа.
40. Интерполяционная схема Эткина.
41. Погрешность интерполяции по формуле Лагранжа.
42. Конечные разности и их свойства.
43. Интерполяционный многочлен Ньютона для равноотстоящих узлов.
44. Разделенные разности и их свойства.
45. Интерполяционный многочлен Ньютона для неравных промежутков.
46. Оценка погрешности интерполяции по таблице конечных разностей.
47. Приближенное вычисление производной по её определению. Оценка погрешности.
48. Конечно-разностная аппроксимация производных.
49. Вычисление производных с использованием интерполяционного многочлена Лагранжа.
50. Вычисление производных с использованием интерполяционного многочлена Ньютона.
51. Вычисление производных в промежуточных узлах таблицы.
52. Формулы прямоугольников численного интегрирования. Оценка погрешности.
53. Формула трапеций численного интегрирования. Оценка погрешности.

54. Формула Симпсона численного интегрирования. Оценка погрешности.
55. Правило Рунге практической оценки погрешности.
56. Оценка погрешности результата численного интегрирования по таблице конечных разностей.
57. Порядок точности формул численного интегрирования.
58. Формула Гаусса численного интегрирования.
59. Численное интегрирование несобственных интегралов первого рода.
60. Численное интегрирование несобственных интегралов второго рода.

### **Примерный перечень вопросов для экзамена**

1. Приближенное решение систем линейных алгебраических уравнений в схеме Гаусса. Метод невязок.
2. Приближенное вычисление определителя в схеме Гаусса.
3. Приближенное вычисление обратной матрицы в схеме Гаусса.
4. Постановка задачи численного решения нелинейных уравнений. Требование к функции и к её первой и второй производных на участке непрерывности функции.
5. Графический метод отделения корней нелинейного уравнения.
6. Аналитический метод отделения корней нелинейного уравнения.
7. Метод дихотомии численного решения нелинейного уравнения.
8. Метод Ньютона (касательных) при численном решении нелинейного уравнения.
9. Достаточное условие сходимости метода Ньютона решения нелинейного уравнения.
10. Постановка задачи численного решения нелинейного уравнения методом итераций.
11. Достаточное условие сходимости метода итераций решения нелинейного уравнения.
12. Оценка числа итераций при решении нелинейного уравнения.
13. Метод итераций решения нелинейного уравнения.
14. Постановка задачи численного решения систем нелинейных уравнений.
15. Графическое отделение корней системы нелинейных уравнений.
16. Достаточное условие сходимости метода итераций при решении систем нелинейных уравнений.
17. Правило достижения достаточного условия сходимости процесса итераций при решении систем нелинейных уравнений.
18. Метод итераций решения систем нелинейных уравнений.
19. Постановка задачи точечной аппроксимации функций методом наименьших квадратов (МНК). Критерий аппроксимации по МНК.

20. Постановка задачи интегральной аппроксимации функций по методу наименьших квадратов (МНК). Критерий аппроксимации по МНК.
21. Запись необходимого условия минимума критерия аппроксимации методом наименьших квадратов (МНК).
22. Составление нормальной системы линейных уравнений в МНК.
23. Точечная линейная аппроксимация функций методом наименьших квадратов (МНК). Составление системы линейных уравнений для решения задачи.
24. Интегральная линейная аппроксимация функций методом наименьших квадратов (МНК). Составление системы линейных уравнений для решения задачи.
25. Составление таблицы для оценки погрешности аппроксимации функций методом наименьших квадратов. Оценка погрешности аппроксимации по  $m$ -норме.
26. Составление таблицы для оценки погрешности аппроксимации функций методом наименьших квадратов. Оценка погрешности аппроксимации по  $k$ -норме.
27. Оценка погрешности аппроксимации функций по методу наименьших квадратов.
28. Выравнивание исходных данных и подбор аппроксимирующей функции методом наименьших квадратов.
29. Постановка задачи численного решения ОДУ первого порядка. Классификация методов.
30. Метод Эйлера численного решения ОДУ первого порядка. Порядок точности метода по шагу.
31. Метод Эйлера-Коши численного решения ОДУ первого порядка. Порядок точности метода по шагу.
32. Метод Рунге-Кутты численного решения ОДУ первого порядка. Порядок точности метода по шагу.
33. Метод Адамса численного решения ОДУ первого порядка. Порядок точности метода по шагу.
34. Правило Рунге оценки погрешности численного решения ОДУ первого порядка. Составление таблицы для оценки погрешности.
35. Постановка задачи численного решения одномерной минимизации функции. Достаточное условие унимодальности функции на отрезке.
36. Метод половинного деления одномерной минимизации функции.
37. Метод «золотого сечения» одномерной минимизации функций.
38. Метод сканирования одномерной минимизации функций.
39. Постановка задачи численного решения нормальной системы ДУ первого порядка.
40. Метод Рунге-Кутты решения нормальной системы ДУ первого порядка.
41. Метод Эйлера решения нормальной системы ДУ первого порядка.
42. Способ приведения системы ДУ высокого порядка к нормальной системе ДУ. Пример.

43. Метод Ньютона решения системы нелинейных уравнений.
44. Достаточное условие сходимости метода Ньютона при решении нелинейных уравнений.
45. Численное решение ДУ высокого порядка методом Эйлера.
46. Численное решение ДУ высокого порядка методом Рунге- Кутта.
47. Оценка погрешности при численном решении ДУ высокого порядка.
48. Правило Рунге практической оценки погрешности численного решения нормальной системы ДУ первого порядка.
49. Метод численного решения ДУ высокого порядка.
50. Метод численного решения систем ДУ высокого порядка.
51. Сравнительная оценка по точности численных методов ДУ первого порядка.
52. Многошаговые методы решения ДУ первого порядка. Примеры.
53. Методы прогноза и коррекции решения ДУ первого порядка. Примеры.

## 6.2. Методика оценивания персональных образовательных достижений обучающихся

### Промежуточная аттестация: зачет

Достигнутые результаты освоения дисциплины	Критерии оценивания	Шкала оценив.
Обучающийся имеет существенные пробелы в знаниях основного учебного материала по дисциплине; не способен аргументированно и последовательно его излагать, допускает грубые ошибки в ответах, неправильно отвечает на задаваемые вопросы или затрудняется с ответом.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– не раскрыто основное содержание учебного материала;</li> <li>– обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;</li> <li>– допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов.</li> </ul>	<i>Не зачтено</i>
Обучающийся показывает знание основного материала в объеме, необходимом для предстоящей профессиональной деятельности; при ответе на вопросы билета и дополнительные вопросы не допускает грубых ошибок, но испытывает затруднения в последовательности их изложения; не в полной мере демонстрирует способность применять теоретические знания для анализа практических ситуаций.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала;</li> <li>– усвоены основные категории по рассматриваемому и дополнительным вопросам;</li> <li>– имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, формулировках теорем, исправленные после нескольких наводящих вопросов.</li> </ul>	<i>Зачтено</i>

## Промежуточная аттестация: экзамен

Достигнутые результаты освоения дисциплины	Критерии оценивания	Шкала оценив.
<p>Обучающийся имеет существенные пробелы в знаниях основного учебного материала по дисциплине; не способен аргументированно и последовательно его излагать, допускает грубые ошибки в ответах, неправильно отвечает на задаваемые вопросы или затрудняется с ответом.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– не раскрыто основное содержание учебного материала;</li> <li>– обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;</li> <li>– допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов.</li> </ul>	<p><i>Оценка «2»</i> неудовлетворительно</p>
<p>Обучающийся показывает знание основного материала в объеме, необходимом для предстоящей профессиональной деятельности; при ответе на вопросы билета и дополнительные вопросы не допускает грубых ошибок, но испытывает затруднения в последовательности их изложения; не в полной мере демонстрирует способность применять теоретические знания для решения практических задач.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала;</li> <li>– усвоены основные положения по рассматриваемому и дополнительным вопросам;</li> <li>– имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, формулировках теорем, исправленные после нескольких наводящих вопросов.</li> </ul>	<p><i>Оценка «3»</i> Удовлетворительно</p>
<p>Обучающийся показывает полное знание программного материала, основной и дополнительной литературы; дает полные ответы на теоретические вопросы билета и дополнительные вопросы, допуская некоторые неточности; правильно применяет теоретические положения к оценке практических ситуаций; демонстрирует хороший уровень освоения материала</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- продемонстрировано умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер;</li> <li>– в изложении допущены небольшие пробелы, не искажившие содержание ответа;</li> <li>допущены один-два недочета при освещении основного содержания ответа, исправленные по замечанию преподавателя;</li> <li>допущены ошибка или более двух недочетов при освещении второстепенных вопросов, которые легко исправляются по замечанию преподавателя.</li> </ul>	<p><i>Оценка «4»</i> Хорошо</p>
<p>Обучающийся показывает всесторонние и глубокие знания программного материала, знание основной и дополнительной литературы; последовательно и четко отвечает на вопросы билета и дополнительные вопросы; уверенно ориентируется в проблемных ситуациях; демонстрирует способность применять теоретические знания для анализа практических ситуаций, делать правильные выводы, прояв-</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– полно раскрыто содержание материала;</li> <li>– материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности;</li> <li>– продемонстрировано системное и глубокое знание программного материала;</li> <li>– точно используется терминология;</li> <li>– показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации;</li> <li>– продемонстрировано усвоение ранее</li> </ul>	<p><i>Оценка «5»</i> Отлично</p>



Достигнутые результаты освоения дисциплины	Критерии оценивания	Шкала оценив.
<p>ляет творческие способности в понимании, изложении и использовании программного материала</p>	<p>изученных сопутствующих вопросов, сформированность и устойчивость компетенций, умений и навыков;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– ответ прозвучал самостоятельно, без наводящих вопросов;</li> <li>– продемонстрирована способность творчески применять знание теории к решению профессиональных задач;</li> <li>– продемонстрировано знание современной учебной и научной литературы;</li> <li>– допущены одна-две неточности.</li> </ul>	

## 7. Требования к условиям реализации. Ресурсное обеспечение дисциплины «Вычислительная математика»

### *Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины*

#### **Основная:**

1. Каменецкая, Наталия Владимировна. Линейная алгебра и аналитическая геометрия [Текст] : учебное пособие. Ч. 1. Элементы линейной алгебры / Н. В. Каменецкая, 2015. - 116 с. Режим доступа:

<http://elib.igps.ru/?41&type=card&cid=ALSFR-696fdd29-919a-447e-aae1-83befbdc37bc>

2. Каменецкая, Наталия Владимировна. Вычислительная математика. Критерии оценки вычислений [Текст] : учебное пособие : [гриф УМО] / Н. В. Каменецкая, 2018. - 124 с. Режим доступа:

<http://elib.igps.ru/?8&type=card&cid=ALSFR-00b39013-a0b3-44c2-ac7c-8a1c75c98826&remote=false>

#### **Дополнительная:**

1. Каменецкая, Наталия Владимировна. Вычислительная математика [Текст]: учебное пособие. Ч.1. Вычислительные методы [гриф НМС по математике Минобрнауки РФ] / Н. В. Каменецкая ; ред. Э. Н. Чижиков, 2018. - 116 с. Режим доступа:

<http://elib.igps.ru/?24&type=card&cid=ALSFR-3033af98-8502-4168-834b-f7de25fb1a56&remote=false>

2. Каменецкая, Наталия Владимировна. Вычислительная математика [Текст]: учебное пособие. Ч.II. Вычислительные методы [гриф НМС по математике Минобрнауки РФ] / Н. В. Каменецкая ; ред. Э. Н. Чижиков, 2018. - 112 с. Режим доступа:

<http://elib.igps.ru/?6&type=card&cid=ALSFR-a90da4a8-3b27-4e4b-b3bb-86968a2b573b&remote=false>

#### **Программное обеспечение, в том числе лицензионное:**

1. Microsoft Windows Professional, Russian – Системное программное обеспечение. Операционная система. [Коммерческая (Volume Licensing)]; ПОВЕ8-834

2. Microsoft Office Standard (Word, Excel, Access, PowerPoint, Outlook, OneNote, Publisher) – Пакет офисных приложений [Коммерческая (Volume Licensing)]; ПО-D86-664
3. Adobe Acrobat Reader DC – Приложение для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF [Бесплатная]; ПО-F63-948
4. Google Chrome – Браузер [Открытая]; ПО-F2С-926

### ***Современные профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:***

1. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/>, доступ только после самостоятельной регистрации
2. Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/>, доступ только после самостоятельной регистрации
3. справочная правовая система «КонсультантПлюс: Студент» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://student.consultant.ru/>, свободный доступ

### ***Материально-техническое обеспечение дисциплины***

Для материально-технического обеспечения дисциплины используются:

- лекционные учебные аудитории, оснащённые компьютером, проектором и экраном;
- аудитории для проведения практических занятий и промежуточной аттестации;
- лаборатория вычислительной техники
- аудитории для самостоятельной работы, оснащённые компьютерной техникой с подключением к сети «Интернет».

**Авторы:** канд. техн. наук, доцент Каменецкая Н.В., канд. техн. наук, доцент Медведева О.М.