

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

---

**Руководитель ОПОП ВО  
доцент Двойников М.В.**

---

**Проректор по образовательной  
деятельности  
Д.Г. Петраков**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

***ПРОГРАММНЫЕ ПРОДУКТЫ В МАТЕМАТИЧЕСКОМ  
МОДЕЛИРОВАНИИ***

<b>Уровень высшего образования:</b>	Бакалавриат
<b>Направление подготовки</b>	21.03.01 Нефтегазовое дело
<b>Направленность (профиль)</b>	Бурение нефтяных и газовых скважин
<b>Квалификация выпускника:</b>	бакалавр
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	доцент Быкова О.Г.

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Программные продукты в математическом моделировании» разработана:**

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки «21.03.01 Нефтегазовое дело», утвержденного приказом Минобрнауки России № 96 от 09.02.2018 г.;

- на основании учебного плана бакалавриата по направлению подготовки «21.03.01 Нефтегазовое дело» направленность (профиль) «Бурение нефтяных и газовых скважин».

Составитель \_\_\_\_\_ *к.т.н., доц. О.Г. Быкова*

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена** на заседании кафедры информатики и компьютерных технологий от 17.02.2021 г., протокол №6.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ к.т.н., доц. Маховиков А.Б.

**Рабочая программа согласована:**

Начальник отдела лицензирования, аккредитации и контроля качества образования \_\_\_\_\_ Дубровская Ю.А.

Начальник отдела методического обеспечения учебного процесса \_\_\_\_\_ к.т.н. Романчиков А.Ю.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель дисциплины «Программные продукты в математическом моделировании»:** освоение численных методов решения задач высшей алгебры, математического анализа, математической физики, и их реализации средствами табличного процессора Microsoft Excel и пакета математических расчетов SMathStudio.

### Основные задачи дисциплины:

- изучение численных методов решения задач и условий их применения;
- овладение методами математического моделирования физических процессов и технических систем;
- формирование навыков использования программных продуктов для обработки и анализа информации.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Программные продукты в математическом моделировании» относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки «21.03.01 Нефтегазовое дело» направленность (профиль) и изучается в третьем и четвертом семестрах.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Программные продукты в математическом моделировании» являются дисциплины «Математика» и «Введение в информационные технологии».

Дисциплина «Программные продукты в математическом моделировании» является основополагающей для изучения дисциплин «Физика пласта», «Теоретическая механика», «Прикладная механика».

Особенностью дисциплины является тесная интеграция с другими дисциплинами: математические модели, которые были построены в ходе изучения других курсов, здесь реализуются различными программными средствами, а полученные результаты будут использованы при изучении других дисциплин.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Программные продукты в математическом моделировании» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания	ОПК-1	ОПК-1.2. Умеет использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, правила построения технических схем и чертежей ОПК-1.3. Владеет основными методами технико-экономического анализа, навыками составления рабочих проектов в составе творческой команды ОПК-1.5. Участвует, со знанием дела, в работах по совершенствованию производственных процессов с использованием экспериментальных данных и результатов моделирования
Способен участвовать в проектировании технических объектов, систем и технологических	ОПК-2	ОПК-2.6. Владеет навыками работы с ЭВМ, используя новые методы и пакеты программ

<b>Формируемые компетенции</b>		<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>
<b>Содержание компетенции</b>	<b>Код компетенции</b>	
процессов с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений		
Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-5	ОПК-5.1. Знает процессы, методы поиска, сбора, хранения, обработки, представления, распространения информации и способы осуществления таких процессов и методов (информационные технологии) ОПК-5.2. Знает современные инструментальные среды, программно-технические платформы и программные средства, в том числе отечественного производства, используемые для решения задач профессиональной деятельности, и принципы их работы ОПК-5.3. Умеет выбирать и использовать современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы и программные средства, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности
Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии	ОПК-6	ОПК-6.1. Знает принципы информационно-коммуникационных технологий и основные требования информационной безопасности ОПК-6.2. Умеет решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением современных технологий и требований информационной безопасности ОПК-6.3. Владеет навыками решения стандартных задач профессиональной деятельности на основе современных информационных технологий и с учетом требований информационной безопасности.
Способен анализировать, составлять и применять техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью, в соответствии с действующими нормативными правовыми актами	ОПК-7	ОПК-7.2. Умеет обобщать информацию и заносить в бланки макетов в соответствии с действующими нормативами

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость дисциплины «Программные продукты в математическом моделировании» составляет 4зачётных единицы, 144 ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам		
		3	4	
<b>Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>51</b>	<b>51</b>	<b>-</b>	
Лекции (Л)	17	17	-	
Практические занятия (ПЗ)	34	34	-	
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:</b>	<b>57</b>	<b>21</b>	<b>36</b>	
Выполнение курсовой работы	20	-	20	
Работа в библиотеке	16	-	16	
Подготовка к лабораторным работам	21	21	-	
<b>Промежуточная аттестация – курсовая работа (КР), экзамен (Э)</b>	<b>36</b>	<b>36 (Э)</b>	<b>(КР)</b>	
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	<b>ак. час.</b>	<b>144</b>	<b>108</b>	<b>36</b>
	<b>зач. ед.</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>

### 4.2 Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия и самостоятельная работа.

#### 4.2.1 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование разделов	Виды занятий			
		Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа студента, в том числе курсовая работа
1.	Раздел 1. Основы математического моделирования.	2	1	-	1
2.	Раздел 2. Приближенное вычисление интегралов.	8	2	4	2
3.	Раздел 3. Задачи интерполяции и аппроксимации.	9	2	4	3
4.	Раздел 4. Решение систем линейных алгебраических уравнений.	8	2	4	2
5.	Раздел 5. Решение нелинейных уравнений.	8	2	4	2
6.	Раздел 6. Решение систем нелинейных уравнений	9	2	4	3
7.	Раздел 7. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений первого и второго порядка. Задача Коши.	8	2	4	2
8.	Раздел 8. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка. Краевая задача.	11	2	6	3
9.	Раздел 9. Решение дифференциальных уравнений в частных производных.	45	2	4	39
	<b>Итого:</b>	<b>108</b>	<b>17</b>	<b>34</b>	<b>57</b>
	Подготовка к экзамену	<b>36</b>			
	<b>Всего:</b>	<b>144</b>			

#### 4.2.2 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Разделы дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 1.	Математические модели прикладных задач. Общие сведения о численных методах решения. Пакеты математических расчетов, их назначение.	1
2.	Раздел 2.	Квадратурные формулы численного интегрирования. Приближенное вычисление определенных интегралов методами трапеций и Симпсона. Оценка погрешности.	2
3.	Раздел 3.	Вычисление значений функции, заданных таблично степенным полиномом, интерполяционным полиномами Лагранжа и Ньютона. Аппроксимация функции методом наименьших квадратов. Оценка качества аппроксимации.	2
4.	Раздел 4.	Теорема Кронекера-Капелли. Классификация методов решения СЛАУ. Решение СЛАУ простой итерации, Зейделя, прогонки.	2
5.	Раздел 5.	Постановка задачи решения нелинейных уравнений. Решение нелинейных уравнений методами дихотомии, итерации, хорд, Ньютона. Оценка погрешности и сходимости итерационного процесса.	2
6.	Раздел 6.	Постановка задачи решения систем нелинейных уравнений. Метод Ньютона. Оценка погрешности вычислений.	2
7.	Раздел 7.	Понятие о численных методах решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Задача Коши. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений первого и второго порядка методами Эйлера и Рунге-Кутты. Оценка погрешности.	2
8.	Раздел 8.	Понятие о краевой задаче решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Краевые задачи первого, второго и третьего рода. Разностный метод решения обыкновенных дифференциальных уравнений (краевая задача первого и третьего рода).	2
9.	Раздел 9.	Понятие о дифференциальных уравнениях в частных производных. Классификация уравнений в частных производных второго порядка. Разностный метод решения уравнения теплопроводности.	2
<b>Итого:</b>			<b>17</b>

#### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 2	Вычисление интеграла методами трапеций и Симпсона.	2
2	Раздел 2	Вычисление координат центра тяжести плоской фигуры.	2
3	Раздел 3	Интерполяция степенным полиномом, полиномами Лагранжа и Ньютона.	2
4	Раздел 3	Аппроксимация парной зависимости методом наименьших квадратов.	2

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
6	Раздел 4	Решение системы линейных алгебраических уравнений методами итерации, Зейделя.	4
7	Раздел 5	Решение алгебраических и трансцендентных уравнений методом дихотомии и простой итерации.	2
8	Раздел 5	Решение алгебраических и трансцендентных уравнений методом хорд, Ньютона.	2
9	Раздел 6	Решение систем нелинейных уравнений методами итерации и Ньютона.	4
11	Раздел 7	Решение обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка методом Эйлера и Рунге-Кутты. Задача Коши.	2
12	Раздел 7	Решение обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка методом Эйлера. Задача Коши.	2
13	Раздел 8	Решение обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка. Первая краевая задача.	4
14	Раздел 8	Решение обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка. Третья краевая задача.	2
15	Раздел 9	Решение дифференциального уравнения в частных производных. Уравнение теплопроводности.	4
<b>Итого:</b>			<b>34</b>

#### 4.2.4. Лабораторные работы

Лабораторные работы не предусмотрены.

#### 4.2.5 Курсовые работы

№ п/п	Тема курсовой работы
1	Численное решение уравнения теплопроводности *

\*) С индивидуальными вариантами исходных численных параметров.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

**Лекции** – являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся.

Цели лекционных занятий:

- дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;
- стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

**Практические занятия.** Цели практических занятий:

- совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

**Консультации** (текущая консультация, накануне экзамена) являются одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке курсовых работ.

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

**Самостоятельная работа** – направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, а также выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю. Одним из видов самостоятельной работы является выполнение курсовой работы, которая позволяет обучающимся развить навыки научного поиска, формирует навыки самостоятельного профессионального творчества.

**Курсовая работа** позволяет обучающимся развить навыки научного поиска.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости**

1. Интерполяция многочленами Чебышева.
2. Интерполяционные формулы Бесселя.
3. Интерполяционные формулы Эверетта.
4. Обратная интерполяция.
5. Интерполяция сплайнами.
6. Интерполяция методом неопределенных коэффициентов.
7. Интерполяция методом регуляризации.
8. Интерполяционные формулы Гаусса.
9. Интерполяционная формула Стирлинга.
10. Интерполяционный полином Эрмита.
11. Интерполирование функции двух переменных.
12. Интерполяционная схема Эйткена.
13. Интерполяция полиномом Лежандра.
14. Тригонометрическая интерполяция. Дискретное преобразование Фурье.
15. Быстрое преобразование Фурье.
16. Наилучшее равномерное приближение.
17. Аппроксимация методом средних.
18. Аппроксимация методом выравнивания.
19. Аппроксимация сплайнами.
20. Аппроксимация Паде.
21. Решение систем линейных алгебраических уравнений методом Монте-Карло.
22. Решение систем линейных алгебраических уравнений методом Холецкого.
23. Решение систем линейных алгебраических уравнений методом отражений.
24. Решение систем линейных алгебраических уравнений методом вращений.
25. Метод минимальных невязок.
26. Метод релаксации.
27. Метод градиента.
28. Метод ортогонализации.
29. Метод LR и QR разложений.
30. Численное интегрирование методом Монте-Карло.
31. Приближенное вычисление кратных интегралов.
32. Приближенное вычисление интегралов по формулам Ньютона-Котеса.
33. Использование формулы Грегори для вычисления определенных интегралов.
34. Формулы Гаусса-Кристофеля.
35. Решение нелинейных уравнений методом наискорейшего градиентного спуска.
36. Многочисленные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений.



37. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений методом Пикара.
38. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений методом последовательных приближений.
39. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений методом последовательного дифференцирования.
40. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений методом неопределенных коэффициентов.
41. Численное решение краевых задач обыкновенных дифференциальных уравнений методом конечных разностей.

## **6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)**

### **6.2.1 Примерный перечень вопросов к экзамену:**

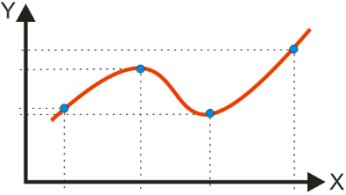
1. Постановка задачи численного интегрирования.
2. Какие существуют методы численного интегрирования?
3. Графическая интерпретация метода трапеций, Симпсона.
4. От чего зависит погрешность метода трапеций, Симпсона?
5. В чем различие метода трапеций и метода Симпсона?
6. Как вычисляются координаты центра тяжести для фигуры с равномерной (неравномерной) плотностью?
7. Сущность интерполяции степенным полиномом, полиномами Лагранжа, Ньютона.
8. В чем состоит задача аппроксимации?
9. Отличие аппроксимации от интерполяции?
10. Классификация видов аппроксимации.
11. Этапы аппроксимации.
12. Основная идея метода наименьших квадратов.
13. Показатели качества аппроксимации.
14. Какие существуют группы методов решения СЛАУ с  $n$  неизвестными.?
15. Какие методы относятся к прямым, приближенным методам решения СЛАУ с  $n$  неизвестными?
16. В чем заключается суть метода простой итерации для решения СЛАУ?
17. Какое условие является критерием достижения заданной точности при решении СЛАУ методом простой итерации, методом Зейделя?
18. При каких условиях СЛАУ имеет только единственное решение, не имеет решений, множество решений?
19. Что значит: решить нелинейное (алгебраическое, трансцендентное) уравнение?
20. Из каких этапов состоит решение нелинейного уравнения с одной неизвестной численными методами?
21. Какие существуют методы решения нелинейного уравнения с одной неизвестной?
22. В чем состоит сущность этапа отделения корней при использовании численных методов решения нелинейного уравнения?
23. Суть методов дихотомии, хорд, касательных, простой итерации. Графическая интерпретация метода. Оценка погрешности.
24. Какое условие является критерием достижения заданной точности при решении нелинейного уравнения  $x = f(x)$  методом хорд, касательных, итераций?
25. Из каких этапов состоит решение системы нелинейных уравнений численными методами?
26. Какие существуют методы решения системы нелинейных уравнений?
27. В чем состоит сущность этапа отделения корней при использовании численных методов решения системы нелинейных уравнений?
28. Суть метода Ньютона, метода спуска. Оценка погрешности, Достоинства и недостатки методов.
29. Формы записи дифференциального уравнения.

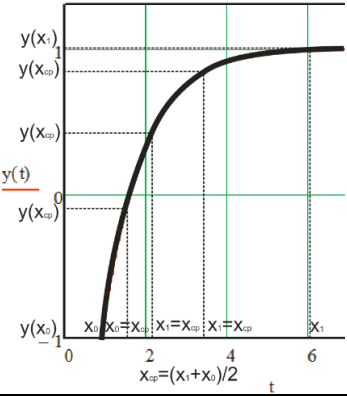
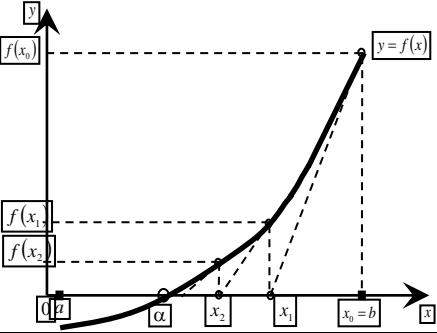
30. Что значит: решить дифференциальное уравнение аналитическим, графическим, численным методом?
31. Сущность задачи Коши? Теорема о единственности решения задачи Коши.
32. Сущность метода Эйлера, Рунге-Кутты.
33. Отличие метода Эйлера и модифицированного метода Эйлера.
34. Принципы решения ОДУ 2-го и более высоких порядков.
35. Постановка задачи на решение ОДУ с краевыми условиями.
36. Классификация краевых задач.
37. Суть сеточных (разностных) методов решения краевых задач.
38. Решение краевой задачи 1-го, 2-го, 3-го рода.
39. Встроенные функции SMathStudio для решения ОДУ с краевыми условиями.
40. Постановка задачи на решение дифференциального уравнения в частных производных.
41. Классификация дифференциальных уравнений в частных производных по виду граничных условий, по виду производной.
42. Суть метода сеток.
43. Достоинства и недостатки явной и неявной схем.

## 6.2.2 Примерные тестовые задания к экзамену

### Вариант 1

№	Вопрос	Варианты ответов
1.	Требования к моделям: модель должна быть:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Независимой.</li> <li>2. Однозначной.</li> <li>3. Адекватной.</li> <li>4. Всеми перечисленными свойствами.</li> </ol>
2.	Классификация моделей. Модель игры «Морской бой» – это:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Материальная модель.</li> <li>2. Непрерывная модель.</li> <li>3. Структурная модель.</li> <li>4. Динамическая модель.</li> </ol>
3.	Для расчета абсолютной погрешности в SMath используются встроенная функция:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ни одна из перечисленных.</li> <li>2. <i>given ... minerr</i></li> <li>3. <i>given ... find</i></li> <li>4. <i>given ... minimize</i></li> </ol>
4.	Погрешность $\sigma$ , рассчитываемая по формуле: $\delta = \frac{ b - a  \cdot h^4 \cdot \max(y^{(4)}(x))}{180}$ , является:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Погрешностью измерений.</li> <li>2. Погрешностью вычислений.</li> <li>3. Погрешностью метода.</li> <li>4. Суммарной погрешностью измерений, метода и вычислений.</li> </ol>
5.	Если уменьшить количество отрезков численного интегрирования по методу Симпсона в 3 раза, то погрешность:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Уменьшится в 9 раз</li> <li>2. Увеличится в 81 раз</li> <li>3. Увеличится в 9 раз</li> <li>4. Уменьшится в 27 раз</li> </ol>
6.	Вычислить значение определенного интеграла $S = \int_0^2 (5 - x^2) dx$ методом трапеций, разделив промежуток интегрирования на 2 части.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 4</li> <li>2. 5</li> <li>3. 6</li> <li>4. 7</li> </ol>
7.	Если $y(x)$ – функция, ограничивающая фигуру сверху, снизу фигура ограничена $y(x)=0$ , $x1$ – ограничивает фигуру слева, $x2$ – ограничивает фигуру справа, плотность материала, из которого сделана фигура $\rho(x,y)=2$ . Момент	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>M_y = \int_{x1}^{x2} y^2(x) dx</math></li> <li>2. <math>M_y = 2 \cdot \int_{x1}^{x2} y^2(x) dx</math></li> </ol>

№	Вопрос	Варианты ответов
	силы вдоль оси $y$ рассчитывается, как:	3. $M_y = 2 \cdot \int_{x_1}^{x_2} \frac{y(x)}{x} dx$ . 4. $M_y = 2 \cdot \int_{x_1}^{x_2} x \cdot y^2(x) dx$ .
8.	Если $m$ – масса фигуры, $m_x$ – момент сил вдоль оси $x$ , $m_y$ – момент сил вдоль оси $y$ , то координаты центра тяжести фигуры $x_c$ , $y_c$ определяются, как:	1. $x_c = \frac{m_x}{m}$ $y_c = \frac{m_y}{m}$ 2. $x_c = \frac{m}{m_x}$ $y_c = \frac{m}{m_y}$ 3. $x_c = \frac{m_x}{\sqrt{m_x^2 + m_y^2}}$ $y_c = \frac{m_y}{\sqrt{m_x^2 + m_y^2}}$ 4. $x_c = \sqrt{\frac{m^2}{m_x^2}}$ $y_c = \sqrt{\frac{m^2}{m_y^2}}$
9.	Функция, изображенная на рисунке, является: 	1. Данная функция не является интерполирующей или аппроксимирующей функцией. 2. Аппроксимирующей функцией при $0 < R^2 < 1$ . 3. Аппроксимирующей функцией при $R^2 = 0$ . 4. Интерполирующей функцией.
10.	При помощи линейной аппроксимирующей функции найдено значение таблично заданной функции в точке $P(x) = \dots$ ( $x$ не совпадает ни с одним узлом интерполяции). Тогда погрешности исходных данных $\sigma_{ид}$ , погрешность вычислений $\sigma_{выч}$ и погрешность метода $\sigma_{мет}$ равны:	1. $\sigma_{ид} \neq 0$ , $\sigma_{выч} \neq 0$ , $\sigma_{мет} \neq 0$ 2. $\sigma_{ид} \neq 0$ , $\sigma_{выч} = 0$ , $\sigma_{мет} \neq 0$ 3. $\sigma_{ид} = 0$ , $\sigma_{выч} \neq 0$ , $\sigma_{мет} \neq 0$ 4. $\sigma_{ид} \neq 0$ , $\sigma_{выч} \neq 0$ , $\sigma_{мет} = 0$
11.	Какая из формул является интерполяционной формулой Лагранжа?	1. $P_n(t) = y_n + t\Delta y_{n-1} + \frac{t(t+1)}{2!} \Delta^2 y_{n-2} + \dots + \frac{t(t+1)\dots(t+(n-1))}{n!} \Delta^n y_0$ 2. $P_n(t) = y_0 + t\Delta y_0 + \frac{t(t-1)}{2!} \Delta^2 y_0 + \dots + \frac{t(t-1)\dots(t-(n-1))}{n!} \Delta^n y_0$ 3. $P_n(x) = y_0 \frac{(x-x_1)(x-x_2)\dots(x-x_n)}{(x_0-x_1)\dots(x_0-x_n)} + \dots + y_n \frac{(x-x_0)(x-x_1)\dots(x-x_{n-1})}{(x_n-x_0)\dots(x_n-x_{n-1})}$ 4. $\Delta^2 y_i = \Delta y_{i+1} - \Delta y_i, i = \overline{0, n-2}$
12.	Задан дискретный набор известных значений	1. Аппроксимации.

№	Вопрос	Варианты ответов
	таблично заданной функции $F(x)$ : $(4,4; -12,2)$ , $(5,1; -9,8)$ , $(7,6; -3,7)$ , $(9,9; -0,2)$ . Необходимо найти значение функции в точке $x=10,1$ . Данная задача является задачей:	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Интерполяции.</li> <li>3. Экстраполяции.</li> <li>4. все ответы правильные.</li> </ol>
13.	Встроенные функции SMath для нахождения коэффициентов линейной аппроксимирующей функции:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>given ... minerr</i></li> <li>2. <i>lsolve</i></li> <li>3. <i>given ... find</i></li> <li>4. <i>slope, intercept</i></li> </ol>
14.	Для функции: $y(x)=-x^2-x+1$ определено начальное приближение $x_0=-1$ . По методу касательных следующее приближение $x_1=$ :	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 0</li> <li>2. 1</li> <li>3. -2</li> <li>4. 2</li> </ol>
15.	<p>Какой метод приближенного решения нелинейных уравнений <math>y(x)=0</math> на отрезке <math>[a;b]</math> приведен на рисунке?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. метод хорд</li> <li>2. метод простых итераций</li> <li>3. метод Ньютона</li> <li>4. метод дихотомии</li> </ol>
16.	<p>Какой метод приближенного решения нелинейных уравнений <math>f(x)=0</math> на отрезке <math>[a;b]</math> приведен на рисунке?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. метод хорд.</li> <li>2. метод простых итераций.</li> <li>3. метод Ньютона.</li> <li>4. метод дихотомии.</li> </ol>
17.	Для функции: $y(x)=x^2-1$ определено очередное приближенное значение одного из корней: $x_k=-0,5$ . Какова погрешность данного приближения по методу хорд?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 0,5</li> <li>2. 0,333</li> <li>3. 0,75</li> <li>4. 0,667</li> </ol>
18.	Для решения нелинейного уравнения методом дихотомии отделение корней должно быть произведено:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. графическим способом.</li> <li>2. аналитическим способом.</li> <li>3. табличным способом.</li> <li>4. любым способом.</li> </ol>
19.	Погрешность метода касательных $\varepsilon$ для решения нелинейного уравнения $f(x)=0$ рассчитывается по формуле:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\varepsilon_i =  f(x_{i+1}) - f(x_i) </math></li> <li>2. <math>\varepsilon_i = \frac{f(x_i)}{f'(x_i)}</math></li> </ol>

№	Вопрос	Варианты ответов
		3. $\varepsilon_i =  x_{i+1} - x_i $ 4. $\varepsilon_i =  0 - f(x_i) $
20.	По какой из итерационных формул осуществляется решение нелинейных уравнений вида $f(x)=0$ методом Ньютона?	1. $x_{k+1} = x_k + \frac{f(x_k)}{f'(x_k)}, k = 0,1,\dots$ 2. $x_{k+1} = x_k - \frac{f(x_k)}{f'(x_k)}, k = 0,1,\dots$ 3. $x_{k+1} = x_k - \frac{f(x_k)}{f'(x_0)}, k = 0,1,\dots$ 4. $x_{k+1} = x_k + cf(x_{k-1}), k = 1,2,\dots$

### Вариант 2

№	Вопрос	Варианты ответов
1.	Для функции: $y(x)=x^2-2$ определено очередное приближенное значение одного из корней: $x_k=1$ . Какова погрешность данного приближения по методу хорд?	1. 0,333 2. 0,5 3. 0,667 4. 0,75
2.	Для решения нелинейного уравнения методом Ньютона отделение корней должно быть произведено:	1. графическим способом 2. аналитическим способом 3. табличным способом 4. любым способом
3.	По формуле: $\varepsilon_i = \frac{f(x_i)}{f'(x_i)}$ рассчитывается погрешность решения нелинейного уравнения $f(x) = 0$ по методу:	1. касательных 2. хорд 3. дихотомии 4. хорд и касательных
4.	Решение нелинейных уравнений вида $f(x)=0$ по формуле: $x_{k+1} = x_k - \frac{f(x_k)}{f'(x_k)}, k = 0,1,\dots$ называется:	1. методом хорд 2. методом касательных 3. методом дихотомии 4. методом простой итерации
5.	Для решения нелинейного уравнения $f(x) = 0$ на отрезке $x \in [a,b]$ методом хорд в качестве неподвижного конца необходимо выбрать:	1. любую точку из отрезка 2. одну из граничных точек, в которых выполняется условие: $f(x_0)f''(x_0) > 0$ 3. любую точку вне отрезка 4. любую точку отрезка, если выполняется условие $ f'(x)  < 1$
6.	Для нахождения корня нелинейного уравнения $y(x) = x^2 - 0,1$ отделены корни. Какой из интервалов правильный?	1. $[-1;1]$ 2. $[1;2]$ 3. $[-2;0]$ 4. $[-2;-1]$
7.	Для решения систем нелинейных уравнений в SMath существует встроенная функция:	1. <i>solve</i> 2. <i>given ... minerr</i> 3. <i>given ... odesolve</i> 4. <i>root</i>
8.	Дана система линейных уравнений	1. $X^{(1)} = \left\{ x_1 = 0 \quad x_2 = \frac{1}{2} \quad x_3 = -\frac{1}{3} \right\}$

№	Вопрос	Варианты ответов
	$S = \begin{cases} 3x_1 + 2x_2 = 2 \\ 2x_2 + x_3 = 2 \\ x_1 + x_2 + 3x_3 = 2 \end{cases}$ и начальное приближение: $X^{(0)} = \{x_1 = 1, x_2 = 2, x_3 = 3\}$ . Чему равны $X^{(1)}$ по методу простых итераций?	2. $X^{(1)} = \left\{ x_1 = -\frac{2}{3}, x_2 = -\frac{1}{2}, x_3 = -\frac{1}{3} \right\}$ 3. $X^{(1)} = \left\{ x_1 = 0, x_2 = -\frac{1}{2}, x_3 = \frac{1}{3} \right\}$ 4. $X^{(1)} = \left\{ x_1 = -\frac{1}{3}, x_2 = -\frac{1}{3}, x_3 = \frac{1}{2} \right\}$
9.	Дана система линейных уравнений $S = \begin{cases} 2x_1 + 2x_3 = 4 \\ x_1 - 2x_2 - x_3 = 2 \\ -x_1 + x_2 + x_3 = -1 \end{cases}$ и начальное приближение: $X^{(0)} = \{x_1 = -1, x_2 = 2, x_3 = 1\}$ . Чему равны $X^{(1)}$ по методу Зейделя?	1. $X^{(1)} = \{x_1 = 1, x_2 = -3, x_3 = -1\}$ 2. $X^{(1)} = \{x_1 = 3, x_2 = 3, x_3 = 1\}$ 3. $X^{(1)} = \{x_1 = 1, x_2 = -1, x_3 = 1\}$ 4. $X^{(1)} = \{x_1 = 3, x_2 = 3, x_3 = -1\}$
10.	Точным (прямым) методом решения системы линейных алгебраических уравнений является:	1. Метод простых итераций 2. Метод обратной матрицы 3. Метод Зейделя 4. Ни один из перечисленных
11.	В SMathStudio существуют встроенные функции для решения систем линейных алгебраических уравнений:	1. <i>root</i> 2. <i>lsolve</i> 3. <i>given ... minerr</i> 4. <i>line</i>
12.	Численными (приближенными) методами решения системы линейных алгебраических уравнений являются ...	1. метод простых итераций 2. метод Крамера 3. метод обратной матрицы 4. метод Гаусса
13.	Условием окончания итерационного процесса по методу простых итераций для решения систем линейных уравнений является:	1. $\sum_i  x_i^{(k+1)} - x_i^k  \leq \varepsilon$ 2. $\max( x_0^{(k+1)} - x_0^{(k)} , \dots,  x_n^{(k+1)} - x_n^{(k)} ) < \varepsilon$ 3. $\max  f(x_i^{(k+1)}) - f(x_i^k)  \leq \delta$ 4. $\sum_i  f(x_i^{(k+1)}) - f(x_i^k)  \leq \delta$
14.	Условием сходимости итерационного процесса по методу простых итераций для решения систем линейных алгебраических уравнений является:	1. $ a_{ii}  > \sum_{\substack{j=1 \\ i \neq j}}^n  a_{ij} $ 2. $ a_{ii}  > \left  \sum_{\substack{j=1 \\ i \neq j}}^n a_{ij} \right $ 3. $ a_{ii}  < \sum_{\substack{j=1 \\ i \neq j}}^n  a_{ij} $ 4. $ a_{ii}  > \max_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}  a_{ij} $
15.	Система линейных алгебраических уравнений имеет единственное решение, если:	1. ранг матрицы коэффициентов $A$ равен количеству ненулевых строк расширенной матрицы $A B$ . 2. ранг матрицы коэффициентов $A$ равен рангу расширенной матрицы $A B$ . 3. минор матрицы $A$ равен количеству переменных $n$ . 4. определитель матрицы коэффициентов $A$ не равен 0.

№	Вопрос	Варианты ответов
16.	Решить обыкновенное дифференциальное уравнение 1-го порядка: $\frac{\partial}{\partial x} y(x) = 2 \cdot x^2$ на интервале: $x \in [0; 3]$ с шагом $h=1$ и начальным условием $y(0)=2$ методом Эйлера.	1. $y(x) = (0; 2; 4; 12)$ 2. $y(x) = (2; 2; 4; 12)$ 3. $y(x) = (0; 0; 2; 8)$ 4. $y(x) = (2; 4; 8; 12)$
17.	Для решения систем линейных алгебраических уравнений с матрицей коэффициентов трехдиагонального вида можно использовать следующие методы:	1. все перечисленные методы 2. Гаусса 3. простых итераций 4. прогонки
18.	Для решения обыкновенных дифференциальных уравнений в SMathсуществует встроенная функция:	1. <i>rkfixed</i> 2. <i>lsolve</i> 3. <i>root</i> 4. <i>pspline</i>
19.	Какое из уравнений называется обыкновенным дифференциальным уравнением 2-го порядка?	1. Дифференциальное уравнение, в которое входят первые производные от двух переменных. 2. Дифференциальное уравнение, где первая производная возведена в квадрат. 3. Дифференциальное уравнение, в котором присутствует только вторая производная. 4. Дифференциальное уравнение, в которое входит вторая производная функции от одной переменной.
20.	Дано обыкновенное дифференциальное уравнение 2-го порядка в общем виде: $y''(x) + p(x) \cdot y'(x) + q(x) \cdot y(x) = f(x)$ , где $x$ изменяется от $a$ до $b$ . Начальные условия: $y'(a) = \beta_1$ и $y(a) = \beta_2$ . Это:	1. Краевая задача 2-го рода 2. Краевая задача 1-го рода 3. Задача Коши 4. Краевая задача 3-го рода

### Вариант 3

№	Вопрос	Варианты ответов
1.	Если в системе линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) минор матрицы $A$ равен количеству переменных $n$ , то:	1. СЛАУ не имеет решений 2. СЛАУ имеет множество решений 3. СЛАУ имеет единственное решение 4. нельзя сказать, имеет ли СЛАУ решение
2.	Решить обыкновенное дифференциальное уравнение 1-го порядка: $\frac{\partial}{\partial x} y(x) = 2 \cdot x^2$ на интервале: $x \in [0; 3]$ с шагом $h=1$ и начальным условием $y(0)=0$ методом Эйлера.	1. $y(x) = (0; 2; 4; 12)$ 2. $y(x) = (0; 2; 10; 28)$ 3. $y(x) = (0; 0; 4; 12)$ 4. $y(x) = (0; 0; 2; 10)$
3.	Какой метод используется для решения систем линейных алгебраических уравнений с матрицей коэффициентов <b>только</b> трехдиагонального вида:	1. Гаусса 2. прогонки 3. простых итераций 4. все перечисленные методы
4.	Для решения обыкновенных дифференциальных уравнений в SMathStudio существует встроенная функция:	1. <i>root</i> 2. <i>lsolve</i> 3. <i>odesolve</i>

№	Вопрос	Варианты ответов
		4. <i>pspline</i>
5.	Обыкновенное дифференциальное уравнение (ОДУ), в которое входит вторая производная функции от одной переменной, называется:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Квадратичным ОДУ</li> <li>2. Нелинейным ОДУ</li> <li>3. Эллиптическим ОДУ</li> <li>4. ОДУ 2-го порядка</li> </ol>
6.	Дано обыкновенное дифференциальное уравнение 2-го порядка в общем виде: $y''(x) + p(x) \cdot y'(x) + q(x) \cdot y(x) = f(x)$ , где $x$ изменяется от $a$ до $b$ . С какими начальными условиями это будет краевая задача 2-го рода?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>y'(a) = \beta_1, y'(b) = \beta_2</math></li> <li>2. <math>y(a) = \beta_1, y'(a) = \beta_2</math></li> <li>3. <math>y(a) = \beta_1, y(b) = \beta_2</math></li> <li>4. <math>\beta_1 = y(a) + y'(a), \beta_2 = y(b) + y'(b)</math></li> </ol>
7.	В каком из методов используется данная матрица? $F'(x) = W(x) = \begin{bmatrix} \frac{\partial f_1}{\partial x_1} & \frac{\partial f_1}{\partial x_2} & \dots & \frac{\partial f_1}{\partial x_n} \\ \frac{\partial f_2}{\partial x_1} & \frac{\partial f_2}{\partial x_2} & \dots & \frac{\partial f_2}{\partial x_n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{\partial f_n}{\partial x_1} & \frac{\partial f_n}{\partial x_2} & \dots & \frac{\partial f_n}{\partial x_n} \end{bmatrix}$	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. в методе градиентного спуска решения системы нелинейных уравнений.</li> <li>2. в методе Ньютона решения системы нелинейных уравнений.</li> <li>3. в разностном методе решения обыкновенного дифференциального уравнения 2-го порядка (краевая задача).</li> <li>4. в методе Рунге-Кутты решения обыкновенного дифференциального уравнения 1-го порядка (задача Коши).</li> </ol>
8.	Корень нелинейного уравнения: $f(x) = 3 + x - x^2$ отделен на отрезке $[-1; 3]$ . После двух итераций по методу дихотомии промежуток сократится до:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>[-1; 0]</math></li> <li>2. <math>[1; 2]</math></li> <li>3. <math>[2; 3]</math></li> <li>4. <math>[0; 1]</math></li> </ol>
9.	Для коэффициента детерминации $R^2$ справедливо утверждение (выберите неправильное):	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. изменяется в диапазоне от 0 до 1.</li> <li>2. используется для аппроксимирующих функций любого вида (линейная, логарифмическая и т.д.).</li> <li>3. связан с коэффициентом линейной парной корреляции <math>r</math> зависимостью: <math>r^2 = R^2</math>.</li> <li>4. при <math>R^2 = 0</math> аппроксимирующая функция совпадает с узлами интерполяции.</li> </ol>
10.	Обыкновенное дифференциальное уравнение 2-го порядка с начальными условиями (задача Коши) можно решить:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. методом прогонки</li> <li>2. методом градиентного спуска</li> <li>3. разностным методом</li> <li>4. путем сведения к системе двух обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка</li> </ol>
11.	Для решения системы нелинейных уравнений методом Ньютона сначала необходимо:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Объединить все уравнения системы в одно</li> <li>2. Найти антиградиент функции</li> <li>3. Выбрать шаг <math>\alpha</math></li> <li>4. Отделить корни</li> </ol>
12.	Близкие (похожие друг на друга) методы решения нелинейного уравнения?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Зейделя прогонки</li> <li>2. Гаусса и обратной матрицы</li> </ol>



№	Вопрос	Варианты ответов
		3. Ньютона и простых итераций 4. все методы принципиально разные
13.	Дифференциальное уравнение вида: $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0$ называется:	1. Дифференциальным уравнением в частных производных 2. Обыкновенным дифференциальным уравнением (ОДУ) 2-го порядка 3. ОДУ, разрешенным относительно производной 4. Квадратным дифференциальным уравнением
14.	ОДУ 2-го порядка: $y''(x) + p(x) \cdot y'(x) + q(x) \cdot y(x) = f(x)$ где $x$ изменяется от $a$ до $b$ . Начальные условия: $y'(a) = \beta_1$ и $y(a) = \beta_2$ решается:	1. Методом прогонки 2. Методом градиентного спуска 3. Методом Ньютона 4. Разностным методом
15.	Уменьшение коэффициента $\alpha$ в методе градиентного спуска для решения системы нелинейных уравнений приводит:	1. уменьшению точности результатов 2. не влияет на сходимость метода 3. улучшению сходимости метода 4. увеличению количества необходимых итераций для достижения заданной точности
16.	Формула: $y^{(i+1)} = y^{(i)} + \frac{1}{6} \left( k1(x^{(i)}, y^{(i)}) + 2 \cdot k2\left(x^{(i)} + \frac{h}{2}, y^{(i)} + \frac{k1(x^{(i)}, y^{(i)})}{2}\right) + 2 \cdot k3\left(x^{(i)} + \frac{h}{2}, y^{(i)} + \frac{k2(x^{(i)}, y^{(i)})}{2}\right) + k4(x^{(i)} + h, y^{(i)} + k3(x^{(i)}, y^{(i)})) \right)$ используется:	1. в методе Рунге-Кутты 2. в методе Ньютона 3. в методе Симпсона 4. в методе Эйлера
17.	В каком из методов решения систем линейных алгебраических уравнений существует прямой и обратный ход?	1. обратной матрицы 2. прогонки 3. простых итераций 4. Зейделя
18.	Какими НЕ бывают дифференциальные уравнения?	1. обычными 2. 17-го порядка 3. в частных производных 4. разрешенными относительно производной
19.	Длина градиента функции $f(x, y)$ определяется, как:	1. $-\frac{\partial f(x, y)}{\partial x}; -\frac{\partial f(x, y)}{\partial y}$ 2. $\sqrt{\frac{\partial f(x, y)}{\partial x}^2 + \frac{\partial f(x, y)}{\partial y}^2}$ 3. $\frac{\partial^2 f(x, y)}{\partial x \partial y}; \frac{\partial^2 f(x, y)}{\partial y \partial x}$

№	Вопрос	Варианты ответов
		4. $\frac{\partial f(x, y)}{\partial x}$ ; $\frac{\partial f(x, y)}{\partial y}$
20.	Модифицированный метод Эйлера – это:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Метод, в котором используются две производные (два направления).</li> <li>2. Метод Эйлера с уменьшенным в 2 раза шагом.</li> <li>3. Метод, в котором используется четыре производных (направления).</li> <li>4. Метод сеток.</li> </ol>

**Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания**

**6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамена)**

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

**Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:**

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

### 6.3.2. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации в форме защиты курсовой работы

Студент выполняет курсовую работу в соответствии с графиком, принятым на заседании кафедры. Оценка может быть снижена за несоблюдение установленного кафедрой графика.

Оценка			
«2» (неудовл.)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовл.)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Студент не выполнил курсовую работу в соответствии с заданием. Не владеет теоретическими знаниями по изучаемой дисциплине. Необходимые практические компетенции не сформированы.	Выполнил курсовую работу с ошибками. При защите курсовой работы демонстрирует слабую теоретическую подготовку. При решении задач, предусмотренных программой учебной дисциплины, допускает неточности, существенные ошибки.	Выполнил курсовую работу с некоторыми незначительными ошибками и неточностями. При защите курсовой работы демонстрирует хорошую теоретическую подготовку. Хорошо справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины.	Выполнил курсовую работу полностью в соответствии с заданием на проектирование. При защите курсовой работы демонстрирует высокую теоретическую подготовку. Успешно справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 Рекомендуемая литература

#### 7.1.1 Основная литература

1. Колдаев В.Д. Численные методы и программирование : учеб. пособие / В.Д. Колдаев ; под ред. проф. Л.Г. Гагариной. — М. : ИД «ФОРУМ» : ИНФРА-М, 2017. — 336 с. : ил. — (Профессиональное образование). <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=672965>
2. Численные методы. Практикум : учеб. пособие / А.В. Пантелеев, И.А. Кудрявцева. — М. : ИНФРА-М, 2017. — 512 с. — (Высшее образование: Бакалавриат) <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=652316>

#### 7.1.2 Дополнительная литература

1. Зализняк, В. Е. Теория и практика по вычислительной математике [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Е. Зализняк, Г. И. Щепановская. - Красноярск :Сиб. федер. ун-т, 2012. - 174 с. - ISBN 978-5-7638-2498-8 <http://znanium.com/bookread2.php?book=441232>
2. Пантина, И. В. Вычислительная математика [Электронный ресурс] : учебник / И. В. Пантина, А. В. Синчуков. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: МФПУ Синергия, 2012. - 176 с. - (Университетская серия). - ISBN 978-5-4257-0064-3 <http://znanium.com/bookread2.php?book=451160>
3. Решение задач вычислительной математики с использованием языка программирования пакета MathCad/Трошина Г.В. - Новосиб.: НГТУ, 2009. - 86 с.: ISBN 978-5-7782-1283-1 <http://znanium.com/bookread2.php?book=546391>
4. Численные методы в математическом моделировании: Уч. пос./ Н.П. Савенкова и др. - 2 изд., исп. и доп. - М.: АРГАМАК-МЕДИА: ИНФРА-М, 2014. - 176 с.: 60x90 1/16. - (Прикладная математика, информатика, информац...). (о) ISBN 978-5-00024-019-9, 400 экз. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=455188>

#### 7.1.3 Учебно-методическое обеспечение

1. Методические указания к самостоятельной работе: <http://ior.spmi.ru/?xz-665>
2. Методические указания к выполнению курсовой работы: <http://ior.spmi.ru/xz-667>

3. Программные продукты в математическом моделировании. Методические указания для студентов бакалавриата направления 21.03.01. сост.: Быкова О.Г., Андриевская А.А. Санкт-Петербург, РИЦ СПГУ, 2018, 53 с.

## **7.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>
2. КонсультантПлюс: справочно-поисковая система [Электронный ресурс]. - [www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/)
3. Информационно-издательский центр по геологии и недропользованию Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации - ООО "ГЕОИНФОРММАРК": <http://www.geoinform.ru/>
4. Информационно-аналитический центр «Минерал»: <http://www.mineral.ru/>
5. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>
6. Научная электронная библиотека «Scopus»: <https://www.scopus.com>
7. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>
8. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>
9. Портал «Гуманитарное образование» <http://www.humanities.edu.ru/>
10. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
11. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
12. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.
13. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»: <https://e.lanbook.com/books>
14. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://elibrary.rsl.ru/>
15. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
16. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ»: [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru).
17. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»»: <http://rucont.ru/>
18. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1 Материально-техническое оснащение аудиторий**

#### **Аудитории для проведения лекционных занятий**

##### *128 посадочных мест*

Оснащенность: Мультимедийная установка с акустической системой – 1 шт. (в т.ч. мультимедийный проектор – 1 шт., проекционная аппаратура: источник бесперебойного питания – 1 шт., экран – 1 шт., монитор – 1 шт., компьютер – 1 шт.), возможность доступа к сети «Интернет», стул для студентов – 128 шт., кресло преподавателя – 1 шт., стол – 65 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., доска настенная магнитно-маркерная – 2 шт., плакат в рамке настенный – 9 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

##### *64 посадочных места*

Оснащенность: Мультимедийный проектор – 1 шт., проекционная аппаратура: источник бесперебойного питания – 1 шт., экран – 1 шт., ноутбук - 1 шт., (возможность доступа к сети «Интернет»), стойка мобильная – 1 шт., стул для студентов – 64 шт., кресло преподавателя – 1 шт.,

стол - 33 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., доска белая настенная магнитно-маркерная – 1 шт., плакат в рамке настенный – 4 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 8 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, CorelDRAW Graphics Suite X5, Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

*60 посадочных мест*

Оснащенность: Мультимедийный проектор – 1 шт., проекционная аппаратура: источник бесперебойного питания – 1 шт., экран – 1 шт., ноутбук - 1 шт., (возможность доступа к сети «Интернет»), стойка мобильная – 1 шт., стул для студентов – 60 шт., кресло преподавателя – 1 шт., стол - 31 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., доска белая настенная магнитно-маркерная – 1 шт., доска под мел – 1 шт., плакат в рамке настенный – 3 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 8 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, CorelDRAW Graphics Suite X5, Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

*56 посадочных мест*

Оснащенность: Мультимедийный проектор – 1 шт., проекционная аппаратура: источник бесперебойного питания – 1 шт., экран – 1 шт., ноутбук – 1 шт., (возможность доступа к сети «Интернет»), стойка мобильная – 1 шт., стул для студентов – 56 шт., кресло преподавателя – 1 шт., стол – 29 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., доска настенная магнитно-маркерная – 1 шт., плакат в рамке настенный – 5 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 8 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, CorelDRAW Graphics Suite X5, Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

*52 посадочных места*

Оснащенность: Мультимедийный проектор – 1 шт., проекционная аппаратура: источник бесперебойного питания – 1 шт., экран – 1 шт., ноутбук – 1 шт., (возможность доступа к сети «Интернет»), стойка мобильная – 1 шт., стул для студентов – 52 шт., кресло преподавателя – 1 шт., стол – 26 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., доска настенная магнитно-маркерная – 1 шт., плакат в рамке настенный – 5 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 8 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, CorelDRAW Graphics Suite X5, Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно

распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

### **Аудитории для проведения лабораторных занятий**

#### *16 посадочных мест*

Оснащенность: Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) - 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) - 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) - 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 - 17 шт., (возможность доступа к сети «Интернет»), плакат - 5 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus; CorelDRAW Graphics Suite X5, Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО), Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО).

### **8.2 Помещение для самостоятельной работы**

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional; Microsoft Office 2007 Professional Plus, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть Университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional; Microsoft Windows XP Professional; Microsoft Office 2007 Professional Plus, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

### **8.3 Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования**

#### **1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:**

Оснащенность: персональный компьютер - 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор - 4 шт., сетевой накопитель - 1 шт., источник бесперебойного питания - 2 шт., телевизор плазменный Panasonic - 1 шт., точка Wi-Fi - 1 шт., паяльная станция - 2 шт., дрель - 5 шт., перфоратор - 3 шт., набор инструмента - 4 шт., тестер компьютерной сети - 3 шт., баллон со сжатым газом - 1 шт., паста теплопроводная - 1 шт., пылесос - 1 шт., радиостанция - 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках - 1 шт., подставка на колесиках - 1 шт., шкаф - 5 шт., кресло - 2 шт., лестница Alve - 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2010 Professional Plus, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

#### **2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:**

Оснащенность: стол - 5 шт., стул - 2 шт., кресло - 2 шт., шкаф - 2 шт., персональный компьютер - 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор - 2 шт., МФУ - 1 шт., тестер компьютерной сети - 1 шт., баллон со сжатым газом - 1 шт., шуруповерт - 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

#### **3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:**

Оснащенность: стол - 2 шт., стул - 4 шт., кресло - 1 шт., шкаф - 2 шт., персональный компьютер - 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 - 1 шт., колонки Logitech - 1 шт., тестер компьютерной сети - 1 шт., дрель - 1 шт., телефон - 1 шт., набор ручных инструментов - 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

### **8.4 Лицензионное программное обеспечение**

1. Microsoft Windows 7 Professional.
2. Microsoft Windows 8 Professional.
3. Microsoft Office 2007 Professional Plus.