

Документ подписан простой электронной подписью  
 Информация о владельце:  
 ФИО: Рукович Александр Владимирович  
 Должность: Директор  
 Дата подписания: 16.11.2021 18:56:39  
 Уникальный программный ключ:  
 f45eb7c44954саас05еа7d4f32eb8d7d6b3cb96ae6d9b4bda094afddafbf705f

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
 «СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.К. АММОСОВА»  
 Технический институт (филиал) ФГАОУ ВО «СВФУ» в г. Нерюнгри

Кафедра математики и информатики

Рабочая программа дисциплины

**Б1.О.21 ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ**

для программы бакалавриата  
 по направлению подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»  
 Направленность программы: Системное программирование и компьютерные технологии  
 Форма обучения: очная

Автор: Юданова В.В. ст.преподаватель кафедры МиИ, e-mail: udanov\_sb@mail.ru

<p>РЕКОМЕНДОВАНО          Представитель кафедры          МиИ          _____ /Е.О. Агабабян          И.о. заведующего кафедрой          МиИ          _____ /В.М. Самохина          протокол № <u>10</u>          от « <u>14</u> » <u>05</u> 2021г.</p>	<p>ОДОБРЕНО          Представитель кафедры          МиИ          _____ /Е.О. Агабабян          И.о. заведующего кафедрой          МиИ          _____ /В.М. Самохина          протокол № <u>10</u>          от « <u>14</u> » <u>05</u> 2021г.</p>	<p>ПРОВЕРЕНО          Нормоконтроль в составе          ОПОП пройден          Специалист УМО          _____ /Саввина К.А.          « <u>24</u> » <u>05</u> 2021 г.</p>
<p>Рекомендовано к утверждению в составе ОПОП          Председатель УМС          _____ /Л.А. Яковлева          протокол УМС № _____ от « <u>24</u> » <u>мая</u> 2021 г.</p>		<p>Зав. библиотекой          _____ /Булгатова Н.С.          « <u>24</u> » <u>05</u> 2021 г.</p>



Нерюнгри 2021

# 1. АННОТАЦИЯ

## к рабочей программе дисциплины Б1.О.21 ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ

Трудоемкость 7 з.е.

### 1.1. Цель освоения и краткое содержание дисциплины

**Цель освоения дисциплины:** подготовка студентов к разработке и применению вычислительных алгоритмов решения математических задач с помощью компьютерных технологий с применением методов математического моделирования.

**Краткое содержание дисциплины:** Погрешность вычислений, численные методы работы с матрицами, итерационные методы решения трансцендентных алгебраических уравнений, прямые и итерационные методы решения систем линейных и нелинейных алгебраических уравнений, методы численного интегрирования и дифференцирования, численная интерполяция, сплайны, обработка экспериментальных данных, численные методы решения задачи Коши для ОДУ, методы решения краевых задач для ОДУ, методы конечных элементов, численные методы решения гиперболических, параболических и эллиптических уравнений.

### 1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения программы (содержание и коды компетенций)	Наименование индикатора достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<p><b>УК-1:</b> Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.</p> <p><b>ОПК-3:</b> Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности.</p>	<p>УК-1.1: Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие</p> <p>УК-1.2: Обосновывает выбор метода поиска и анализа информации для решения поставленной задачи</p> <p>УК-1.3: При обработке информации формирует собственные мнения и суждения на основе системного анализа, аргументирует свои выводы и точку зрения</p> <p>УК-1.4: Предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки</p> <p>ОПК-3.1: Способен осуществлять выбор эффективных методов моделирования</p> <p>ОПК-3.2: Способен модифицировать математические модели для элементарных прикладных задачах</p> <p>ОПК-3.3: Способен владеть навыками математического</p>	<p><b>знать:</b> основные понятия математического аппарата численного анализа; численные методы решения задач прикладной математики, методы интерполяции и методы статистической обработки данных при описании прикладных процессов.</p> <p><b>уметь:</b> реализовать теорию численных методов в процессе решения прикладных задач естествознания и техники на компьютере с использованием инструментария специализированного программного обеспечения (Mathcad, Matlab и др. пакеты математических программ), возможностей методов алгоритмизации и программирования на любом выбранном языке программирования.</p> <p><b>владеть:</b> методами теории численных методов при решении различных задач прикладного характера с применением</p>

	моделирования для решения задач в области профессиональной деятельности	возможностей вычислительной техники, новых информационных технологий и методов программирования.
--	---	--

### 1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Индекс	Наименование дисциплины (модуля), практики	Семестр изучения	Индексы и наименования учебных дисциплин (модулей), практик	
			на которые опирается содержание данной дисциплины (модуля)	для которых содержание данной дисциплины (модуля) выступает опорой
Б1.О.21	Численные методы	6-7	Б1.О.14 Математический анализ Б1.О.15 Алгебра и геометрия Б1.О.18 Дифференциальные уравнения Б1.О.19 Теория вероятностей и математическая статистика Б1.В.ДВ.07.01 Статистические пакеты программ STATISTICA Б1.В.ДВ.07.02 Статистические пакеты программ SPSS Б1.В.ДВ.09.01 Математическое моделирование MathCad Б1.В.ДВ.09.02 Математическое моделирование MathLab	Б1.В.ДВ.03.01 Динамическое программирование Б1.В.ДВ.03.02 Дискретная оптимизация Б1.В.04 Математическое и имитационное моделирование Б1.В.ДВ.10.01 Эконометрика Б1.В.ДВ.10.02 Оценка экономической эффективности информационных систем

### 1.4. Язык преподавания: русский

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

Выписка из учебного плана (гр. БА-ПМ-21):

Код и название дисциплины по учебному плану	Б1.О.21 «Численные методы»	
Курс изучения	3,4	
Семестр(ы) изучения	6, 7	
Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	зачет/экзамен	
Контрольная работа	7	
Трудоемкость (в ЗЕТ)	7 ЗЕТ	
<b>Трудоемкость (в часах)</b> (сумма строк №1,2,3), в т.ч.:	72/180	
<b>№1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (КР), в часах:</b>	Объем аудиторной работы, в часах	В т.ч. с применением ДОТ или ЭО <sup>1</sup> , в часах
Объем работы (в часах) (1.1.+1.2.+1.3.):	52/73	-
1.1. Занятия лекционного типа (лекции)	17/28	-
1.2. Занятия семинарского типа, всего, в т.ч.:	-	-
- семинары (практические занятия, коллоквиумы т.п.)	-	-
- лабораторные работы	34/42	-
- практикумы	-	-
1.3. КСР (контроль самостоятельной работы, консультации)	1/3	-
<b>№2. Самостоятельная работа обучающихся (СРС) (в часах)</b>	20/71	
<b>№3. Количество часов на экзамен (при наличии экзамена в учебном плане)</b>	0/36	

<sup>1</sup>Указывается, если в аннотации образовательной программы по позиции «Сведения о применении дистанционных технологий и электронного обучения» указан ответ «да».

### 3. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 3.1. Распределение часов по разделам и видам учебных занятий

Раздел	Всего часов	Контактная работа, в часах									Часы СРС
		Лекции	из них с применением ЭО и ДОТ	Семинары (практические занятия, коллоквиумы)	из них с применением ЭО и ДОТ	Лабораторные работы	из них с применением ЭО и ДОТ	Практикумы	из них с применением ЭО и ДОТ	КСР (консультации)	
<b>6 семестр</b>											
Теория погрешности	17	5	-	-	-	8	-	-	-	-	4 (ЛР)
Численное решение уравнений и их систем	27	6	-	-	-	12	-	-	-	-	3 (АР) 6 (ЛР)
Методы интерполирования данных	28	6	-	-	-	14	-	-	-	1	7 (ЛР)
Всего часов 6 сем	72	17	-	-	-	34	-	-	-	1	20
<b>7 семестр</b>											
Статистическая обработка данных	33	8	-	-	-	12	-	-	-	1	12(ЛР)
Численные методы дифференциального и интегрального исчисления.	49	10	-	-	-	14	-	-	-	1	14(ЛР) 10(АР)
Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем	22	5	-	-	-	8	-	-	-	1	8(ЛР)
Численные методы решения уравнений в частных производных	40	5				8					8(ЛР) 19(КР)
Экзамен	36										36
Всего часов 7 сем	180	28	-	-	-	42	-	-	-	3	71+36

Примечание: ЛР-подготовка к лабораторным занятиям, АР –аттестационная работа, КР – контрольная работа.

#### 3.2. Содержание тем программы дисциплины 6 семестр

##### Тема 1. Теория погрешности

Понятие погрешности. Абсолютная и относительная погрешности. Округление чисел.

Вычисление погрешности арифметических действий. Погрешность значений функции.

### **Тема 2. Численное решение уравнений и их систем**

Постановка задачи численного решения уравнений. Методы отделения корней уравнения. Метод половинного деления (дихотомии). Метод итераций или метод последовательных приближений. Постановка задачи решения систем линейных алгебраических уравнений. Плохо обусловленные системы линейных алгебраических уравнений. Метод простой итерации. Метод Зейделя. Постановка задачи численного решения систем нелинейных алгебраических уравнений. Метод Ньютона. Метод итераций.

### **Тема 3. Методы интерполирования данных.**

Постановка задачи аппроксимации функций. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Интерполяционный многочлен Ньютона. Интерполяция сплайнами.

## **7 семестр**

### **Тема 1. Статистическая обработка данных**

Постановка задачи. Метод наименьших квадратов. Нахождение приближающей функции в виде линейной функции и квадратного трехчлена. Нахождение приближающей функции в виде других элементарных функций.

### **Тема 2. Численные методы дифференциального и интегрального исчисления.**

Постановка задачи численного дифференцирования. Численное дифференцирование на основе интерполяционной формулы Лагранжа. Численное дифференцирование на основе интерполяционной формулы Ньютона. Разностные аппроксимации производных. Метод неопределенных коэффициентов. Постановка задачи численного интегрирования.

### **Тема 3. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем**

Понятие о численном решении задачи Коши. Метод Эйлера. Методы Рунге-Кутты. Численное решение дифференциальных уравнений высших порядков. Численное решение систем дифференциальных уравнений первого порядка.

### **Тема 4. Численные методы решения уравнений в частных производных**

Постановка задачи. Метод сеток. Численное решение уравнений в частных производных гиперболического типа. Численное решение уравнений в частных производных параболического типа. Численное решение уравнений в частных производных эллиптического типа.

## **3.3. Формы и методы проведения занятий, применяемые учебные технологии**

В процессе преподавания дисциплины используются традиционные технологии наряду с активными и интерактивными технологиями.

### *Учебные технологии, используемые в образовательном процессе*

Раздел	Семестр	Используемые активные/интерактивные образовательные технологии	Количество часов
Численное решение уравнений и их систем	6	Лекция-визуализация, проблемный метод.	8
Методы интерполирования данных	6	Case-study. Презентация на практической работе, исследовательский метод.	8
Статистическая обработка данных	7	Лекция-визуализация, проблемный метод.	8
Численные методы дифференциального и интегрального исчисления.	7	Case-study. Презентация на практической работе, исследовательский метод.	8
Итого:			32 ч.

Case-study – анализ конкретных, практических ситуаций. При проблемном методе обучения под руководством преподавателя формулируется проблемный вопрос, создаются проблемные

ситуации, в результате чего активизируется самостоятельная деятельность студентов, происходит овладение профессиональными компетенциями. Исследовательский метод – преподаватель организует поисковую, познавательную деятельности студентов путем постановки практических задач, требующих самостоятельного творческого решения.

#### 4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы<sup>2</sup> обучающихся по дисциплине

##### Содержание СРС

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Вид СРС	Трудоемкость (в часах)	Формы и методы контроля
<b>6 семестр</b>				
1	Теория погрешности	Подготовка к лабораторному занятию	4	Анализ теоретического материала, выполнение практических заданий.
2	Численное решение уравнений и их систем	Подготовка к лабораторному занятию	6	Анализ теоретического материала, выполнение практических заданий. Выполнение теоретических и практических заданий в письменном виде
		Аттестационная работа	3	
3	Методы интерполирования данных	Подготовка к лабораторному занятию	7	Анализ теоретического материала, выполнение практических заданий.
	Всего часов 6 сем		20	
<b>7 семестр</b>				
1	Статистическая обработка данных	Подготовка к лабораторному занятию	12	Анализ теоретического материала, выполнение практических заданий.
2	Численные методы дифференциального и интегрального исчисления.	Подготовка к лабораторному занятию	14	Анализ теоретического материала, выполнение
			10	

<sup>2</sup>Самостоятельная работа студента может быть внеаудиторной (выполняется студентом самостоятельно без участия преподавателя – например, подготовка конспектов, выполнение письменных работ и др.) и аудиторной (выполняется студентом в аудитории самостоятельно под руководством преподавателя – например, лабораторная или практическая работа).

		Аттестационная работа		практических заданий. Выполнение теоретических и практических заданий в письменном виде
3	Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем	Подготовка к лабораторному занятию	8	Анализ теоретического материала, выполнение практических заданий
4	Численные методы решения уравнений в частных производных	Подготовка к лабораторному занятию Контрольная работа	8 19	Анализ теоретического материала, выполнение практических заданий Выполнение теоретических и практических заданий по вариантам в письменном виде
5	Экзамен		36	20 экзаменационных билетов
	Всего часов 7 сем		71+36	
	Итого		91+36	

### Работа на лабораторном занятии

В период освоения дисциплины студенты самостоятельно изучают дополнительный теоретический материал к лабораторным занятиям. Критериями оценки работы на лабораторном занятии является: владение теоретическими положениями по теме, выполнение практических заданий, знание терминологии. Самостоятельная работа студентов включает проработку конспектов лекций, обязательной и дополнительной учебной литературы в соответствии с планом занятия; выполнение практических работ. Основной формой проверки СРС являются отчетные материалы студентов, устный опрос на практическом занятии.

Критериями для оценки результатов внеаудиторной самостоятельной работы студента являются:

- уровень освоения учебного материала;
- умение использовать теоретические знания при выполнении практических задач;
- сформированность общеучебных умений;
- обоснованность и четкость изложения ответа.

Максимальный балл, который студент может набрать на практическом занятии в 6 семестре – 4 балла.

Максимальный балл, который студент может набрать на практическом занятии в 7 семестре – 2 балла.



## Тематика лабораторных работ 6 семестр

- ЛР1. Основы теории погрешности.
- ЛР2. Метод половинного деления решения уравнений.
- ЛР3. Метод итераций решения уравнений.
- ЛР4. Метод касательных решения уравнений.
- ЛР5. Метод хорд решения уравнений.
- ЛР6. Метод простой итерации решения СЛАУ.
- ЛР7. Метод Ньютона решения систем нелинейных уравнений.
- ЛР8. Метод Зейделя решения СЛАУ.
- ЛР9-10. Интерполяционный многочлен Лагранжа.
- ЛР11-12. Интерполяционный многочлен Ньютона.
- ЛР13-14. Интерполяция сплайнами.
- ЛР15-17. Решение задач

### **Критерии оценки:**

0 баллов - ставится, если студент не выполнил лабораторную работу.

1 балл - студент показал поверхностные знания по большей части темы, допущены грубые ошибки при выполнении заданий или выполнено меньше половины задания.

2 балла - ставится, если студент обнаруживает знание и понимание основных положений обсуждаемой темы, но при выполнении заданий допущены неточности или задание выполнено на 60-75%.

3 балла – ставится если оформление работы выполнено недостаточно последовательно, допущены ошибки в оформлении материала, при выполнении заданий допущены неточности или задание выполнено на 75-90%.

4 балла - ставится, если студент полностью выполнил задание, но допустил единичные ошибки в изложении материала, знает материал, самостоятельно поправляет ошибки и погрешности после замечаний преподавателя.

## Тематика лабораторных работ 7 семестр

- ЛР1-2. Метод наименьших квадратов.
- ЛР3-4. Численное дифференцирование на основе полиномов Лагранжа, Ньютона.
- ЛР5. Разностные аппроксимации производных. Метод неопределенных коэффициентов.
- ЛР6. Вычислительная погрешность формул численного дифференцирования.
- ЛР7-8. Численное интегрирование.
- ЛР9-10. Метод Эйлера решения обыкновенных дифференциальных уравнений.
- ЛР11-12. Методы Рунге-Кутты решения обыкновенных дифференциальных уравнений.
- ЛР13-14. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений первого порядка.
- ЛР15-17. Численные методы решения уравнений в частных производных гиперболического типа
- ЛР18-19. Численные методы решения уравнений в частных производных параболического типа
- ЛР20-21. Численные методы решения уравнений в частных производных эллиптического типа

### **Критерии оценки:**

0 баллов - ставится, если студент не выполнил лабораторную работу.

1 балл - ставится, если студент обнаруживает знание и понимание основных положений обсуждаемой темы, но при выполнении заданий допущены неточности или задание выполнено на 60-80%.

2 балла – ставится, если студент полностью выполнил задание, но допустил единичные ошибки в изложении материала, знает материал, самостоятельно поправляет ошибки и погрешности после замечаний преподавателя.

## **Аттестационная работа**

## 6 семестр

**Тема «Методы Ньютона.Метод касательных.Метод хорд.»**

**СОДЕРЖАНИЕ**

**Введение**

- 1. Теоретическая часть**
  - 1.1. Метод касательных
  - 1.2. Метод хорд
- 2. Практическая часть**
  - 2.1. Пример решения уравнения методом касательных
  - 2.2. Пример решения уравнения методом хорд
  - 2.3.

**Заключение**

**Критерии оценки:**

№	Критерий	26	16	06
1	Актуальность			
1.1	конкретность и достижимость целей и задач;			
1.2	соответствие разработки современным подходам к рассматриваемой проблеме;			
1.3	соответствие целей и задач ожидаемым результатам;			
1.4	четкость формулировки ожидаемых результатов			
2	Содержание теоретического материала:			
2.1	соответствие содержания заявленной теме;			
2.2	отсутствие в тексте отступлений от темы;			
2.3	логичность и последовательность в изложении материала;			
2.4	способность к работе с литературными источниками, Интернет-ресурсами, справочной и энциклопедической литературой			
3	Содержание практической части:			
3.1	способность к анализу и обобщению информационного материала;			
3.2	способность к проведению расчетов, согласно заданию;			
3.3	использование компьютерных программ при выполнении задания;			
3.4	анализ полученных расчетных характеристик, обоснованность выводов			
4	Оформление			
4.1	правильность оформления (наличие всех структурных частей, структурная упорядоченность, ссылки на литературу, цитаты, таблицы, рисунки и т.д.);			
4.2	соответствие оформления правилам компьютерного набора текста (соблюдение объема, шрифтов, интервалов, выравнивания текста на страницах, нумерация страниц и т.д.);			
5	Защита			
5.1	владение материалом;			
5.2.	правильность ответов на заданные вопросы;			
	<b>Итого</b>	<b>326</b>		

Соответствие критерию: полно – 2 балла; частично – 1 балл; не соответствует – 0 баллов.

**7 семестр**

**Тема«Методы численного интегрирования»**

**СОДЕРЖАНИЕ**

**Введение**

- 1. Теоретическая часть**
  - 1.1. Постановка задачи численного интегрирования
  - 1.2. Квадратурные формулы прямоугольников.
  - 1.3. Квадратурные формулы трапеций.

1.4. Квадратурные формулы Симпсона.

2. Практическая часть

2.1. Пример решения интеграла методом прямоугольников

2.2. Пример решения интеграла методом трапеций

2.3. Пример решения интеграла методом Симпсона

Заключение

**Критерии оценки:**

№	Критерий	2	1	0
1	Актуальность: конкретность и достижимость целей и задач; соответствие разработки современным подходам к рассматриваемой проблеме; соответствие целей и задач ожидаемым результатам; четкость формулировки ожидаемых результатов			
2	Содержание теоретического материала: соответствие содержания заявленной теме; отсутствие в тексте отступлений от темы; логичность и последовательность в изложении материала; способность к работе с литературными источниками, Интернет-ресурсами, справочной и энциклопедической литературой			
3	Содержание практической части: способность к анализу и обобщению информационного материала; способность к проведению расчетов, согласно заданию; использование компьютерных программ при выполнении задания; анализ полученных расчетных характеристик, обоснованность выводов			
4	Оформление правильность оформления (наличие всех структурных частей, структурная упорядоченность, ссылки на литературу, цитаты, таблицы, рисунки и т.д.); соответствие оформления правилам компьютерного набора текста (соблюдение объема, шрифтов, интервалов, выравнивания текста на страницах, нумерация страниц и т.д.); аккуратность оформления (отсутствие помарок, работа сброшюрована и т.д.);			
5	Защита владение материалом; правильность ответов на заданные вопросы; способность к изложению собственных мыслей.			
	<b>ИТОГО</b>	<b>106</b>		

Соответствие критерию: полно – 2 балла; частично – 1 балл; не соответствует – 0 баллов.

**Контрольная работа**

**7 семестр**

**Тема: Численные методы решений уравнений**

Задание 1: Численные методы решения нелинейных уравнений

**1.1.** Отделить корни уравнения графически и уточнить один из них методом половинного деления с точностью 0,001.

$$x - \sin x = 0,25$$

**1.2.** Отделить корни уравнения аналитически (табличный способ) и уточнить один из них методом итераций с точностью 0,01.

$$x^3 - 3x^2 + 9x - 8 = 0$$

**1.3.** Отделить корни уравнения графически и уточнить один из них с помощью методов Ньютона (метод хорд или касательных) с точностью 0,0001

$$f(x) = \sqrt{x} - x^{-1} \ln x + 4 - 1,5$$

Задание 2: Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений

**2.1.** Найти решение ОДУ методом Эйлера и оценить погрешность по правилу Рунге (шаг  $h$  – выбрать самостоятельно)

**2.2.** Найти решение ОДУ методом Рунге – Кутты IV порядка и оценить погрешность по правилу Рунге (шаг  $h$  – выбрать самостоятельно)

**2.3.** Сравнить результаты полученных решений в 2.1. и 2.2. с помощью построения приближенных интегральных кривых и сравнения погрешности методов.

*Примечание:* Отрезок  $[a; b]$  должен быть разбит на четное число частей. Поэтому начальный шаг  $h$  должен быть определен из двух условий:  $h = \sqrt[4]{\varepsilon}$ , и  $\frac{b-a}{h}$  – четно (точность  $\varepsilon = 0.0001$ ).

$$y' + xy = 0,5(x-1)e^x y^2, \quad y(0) = 2; \quad a = 0, \quad b = 2.$$

Задание 3: Численные методы решения уравнений в частных производных

**3.1** Используя метод сеток, решить смешанную задачу для дифференциального уравнения параболического типа:

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

при заданных начальных условиях  $u(x,0) = f(x)$ ,  $u(0,t) = \varphi(t)$ , где  $x \in [0; 0.06]$ . Решение выполнить при  $h=0.1$ , для  $t \in [0; 0.01]$ , считая  $\sigma=1/6$ .

$$u(x,0) = \cos 2x; u(0,t) = 1 - 6t; u(0,6;t) = 0,3624$$

**3.2** Используя метод сеток, решить смешанную задачу для уравнения колебания струны:

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

при заданных начальных условиях  $u(x,0) = f(x)$ ,  $u_t(x,0) = \Phi(x)$ , где  $x \in [0; 1]$ . Решение выполнить при  $h=0.1$ , для  $t \in [0; 0.5]$ .

$$f(x) = x(x+1)$$

$$\Phi(x) = \cos x,$$

$$\varphi(t) = 0,$$

$$\phi(t) = 2(t+1)$$

**Критерии оценки:**

Критерии	36	26	16	06
1 Владение базовыми знаниями в профессиональной области				
2 Владение базовыми знаниями в смежных областях				
3 Владение навыками решения исследовательских задач и технических проблем				
4 Способность применять знания для решения нестандартных задач				
5 Способность применять знания для решения задач повышенной сложности				
6 Владение навыками оформления отчетных материалов				
<b>Итого</b>	<b>186</b>			

Соответствие критерию: наиболее полно - 3 балла, достаточно полно – 2 балла; частично – 1 балл; не соответствует – 0 баллов.

## 5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

### Рейтинговый регламент по дисциплине:

#### 6 семестр

№	Вид выполняемой учебной работы			Примечание
---	--------------------------------	--	--	------------

	<b>(контролирующие материалы)</b>		Количество баллов (min)	Количество баллов (max)	
	<i>Испытания / Формы СРС</i>	<i>Время, час</i>			
1	Выполнение лаб. работы	17ЛР*1ч=17ч	17ЛР*26=516	17ЛР*46=686	знание теории; выполнение практического задания
2	Аттестационная работа	3ч	96	326	В письменном виде
	<b>Итого:</b>	<b>20ч</b>	<b>606</b>	<b>1006</b>	

**7 семестр**

№	<b>Вид выполняемой учебной работы (контролирующие материалы)</b>		Количество баллов (min)	Количество баллов (max)	<i>Примечание</i>
	<i>Испытания / Формы СРС</i>	<i>Время, час</i>			
1	Выполнение лаб. работы	21ЛР*2ч=42ч	21ЛР*16=216	21ЛР*26=426	знание теории; выполнение практического задания
2	Аттестационная работа	10ч	106	106	в письменном виде
3	Контрольная работа	19ч	146	186	В письменном виде по вариантам
4	Экзамен	36ч	106	306	
	<b>Итого:</b>	<b>71ч+36ч</b>	<b>556</b>	<b>706+306</b>	

**6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

6.1. Показатели, критерии и шкала оценивания

6 семестр

Зачет

Коды оцениваемых компетенций	Показатель оценивания (по п.1.2.РПД)	Уровни освоения	Критерии оценивания (дескрипторы)	Оценка
<b>УК-1:</b> Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач. <b>ОПК-3:</b> Способен применять и модифицировать математические модели для	Знать: методiku системного анализа и математический аппарат, используемые в теории моделирования, методы математического моделирования, основные подходы имитационного моделирования и способы исследования и анализа	<i>Освоено</i>	Обучаемый демонстрирует способность к полной самостоятельности (допускаются консультации с преподавателем по сопутствующим вопросам) в выборе способа решения нестандартных заданий с использованием инструментария современного программного обеспечения. Присутствие	<i>Зачтено</i>

решения задач в области профессиональной деятельности.	<p>построенной модели; программные среды, содержащие инструментарий моделирования. Уметь: применять численные и статистические методы математического моделирования, дискретно-событийный, системно-динамический и агентный подходы имитационного моделирования для поддержки принятия решений, использовать различные виды архитектур программного обеспечения, такие как современные средства систем компьютерной математики и пакеты программ для создания имитационных моделей. Владеть: навыками построения математической и имитационной модели, методами исследования и оценки полученной модели и способами анализа результатов полученных решений, способностью организации различных видов работ с программными</p>		сформированной компетенции на высоком уровне, способность к ее дальнейшему саморазвитию и высокой адаптивности практического применения в условиях своей профессиональной деятельности	
		<i>Освоено</i>	Способность обучающегося продемонстрировать самостоятельное применение знаний, умений и навыков при решении заданий, аналогичных тем, которые были разобраны на практических занятиях с преподавателем. Обучаемый владеет терминологией, знаниями, умениями и навыками в применении программного обеспечения в своей профессиональной деятельности.	<i>Зачтено</i>
		<i>Освоено</i>	Обучаемый демонстрирует самостоятельность в применении знаний, умений и навыков к решению практических и теоретических заданий в полном соответствии с образцом, данным преподавателем, по заданиям, решение которых было показано преподавателем. Имеются ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Обучаемый не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи.	<i>Зачтено</i>

	<p>средами моделирования от использования стандартных инструментов до программирования нового функционала.</p>	<i>Не освоено</i>	<p>Неспособность обучаемого самостоятельно продемонстрировать наличие знаний при решении заданий, которые были представлены преподавателем вместе с образцом их решения. Отсутствие самостоятельности в применении умения к использованию инструментария программного обеспечения для решения задач в профессиональной деятельности и неспособность самостоятельно проявить навык повторения решения поставленной задачи по стандартному образцу.</p>	<i>Не зачтено</i>
--	--	-------------------	---	-------------------

7 семестр  
Экзамен

Коды оцениваемых компетенций	Показатель оценивания (по п.1.2.РПД)	Уровни освоения	Критерии оценивания (дескрипторы)	Оценка
<p><b>УК-1:</b> Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.</p> <p><b>ОПК-3:</b> Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности.</p>	<p>Знать: методику системного анализа и математический аппарат, используемые в теории моделирования, методы математического моделирования, основные подходы имитационного моделирования и способы исследования и анализа построенной модели; программные среды, содержащие</p>	Высокий	<p>Обучаемый демонстрирует способность к полной самостоятельности (допускаются консультации с преподавателем по сопутствующим вопросам) в выборе способа решения нестандартных заданий с использованием инструментария современного программного обеспечения. Присутствие сформированной компетенции на высоком уровне,</p>	отлично

<p>инструментарий моделирования. Уметь: применять численные и статистические методы математического моделирования, дискретно-событийный, системно-динамический и агентный подходы имитационного моделирования для поддержки принятия решений, использовать различные виды архитектур программного обеспечения, такие как современные средства систем компьютерной математики и пакеты программ для создания имитационных моделей. Владеть: навыками построения математической и имитационной модели, методами исследования и оценки полученной модели и способами анализа результатов полученных решений, способностью организации различных видов работ с программными средами моделирования от использования стандартных инструментов до</p>		<p>способность к ее дальнейшему саморазвитию и высокой адаптивности практического применения в условиях своей профессиональной деятельности</p>	
	Базовый	<p>Способность обучающегося продемонстрировать самостоятельное применение знаний, умений и навыков при решении заданий, аналогичных тем, которые были разобраны на практических занятиях с преподавателем. Обучаемый владеет терминологией, знаниями, умениями и навыками в применении программного обеспечения в своей профессиональной деятельности.</p>	хорошо
	Минимальный	<p>Обучаемый демонстрирует самостоятельность в применении знаний, умений и навыков к решению практических и теоретических заданий в полном соответствии с образцом, данным преподавателем, по заданиям, решение которых было показано преподавателем. Имеются ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Обучаемый</p>	удовлетворительно



	программирования нового функционала.		не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи.	
		Не освоены	Неспособность обучаемого самостоятельно продемонстрировать наличие знаний при решении заданий, которые были представлены преподавателем вместе с образцом их решения. Отсутствие самостоятельности в применении умения к использованию инструментария программного обеспечения для решения задач в профессиональной деятельности и неспособность самостоятельно проявить навык повторения решения поставленной задачи по стандартному образцу.	неудовлетворительно

6.2. Типовые контрольные задания (вопросы) для промежуточной аттестации  
 Программа экзамена включает в себя 2 теоретических вопроса и 1 практическое задание, направленные на выявление уровня форсированности компетенции.

#### 7 семестр

1. Постановка задачи приближения функции методом наименьших квадратов.
2. Метод наименьших квадратов.
3. Нахождение приближающей функции методом наименьших квадратов в виде линейной функции, квадратного трехчлена и других элементарных функций.
4. Постановка задачи численного дифференцирования.
5. Численное дифференцирование на основе интерполяционной формулы Лагранжа, оценка погрешности.
6. Численное дифференцирование на основе интерполяционной формулы Ньютона, оценка погрешности.
7. Разностные аппроксимации производных. Метод неопределенных коэффициентов.

8. Постановка задачи численного интегрирования.
9. Формула прямоугольника.
10. Формула трапеции.
11. Формула Симпсона.
12. Понятие о численном решении задачи Коши.
13. Численные методы решения задачи Коши: метод Эйлера, методы Рунге-Кутты II, IV порядков.
14. Численное решение систем дифференциальных уравнений первого порядка. Метод Рунге – Кутты IV порядка.
15. Численное решение дифференциальных уравнений высших порядков.
16. Численные методы решения уравнений в частных производных параболического типа.
17. Численные методы решения уравнений в частных производных гиперболического типа.
18. Численные методы решения уравнений в частных производных эллиптического типа.

Компетенции	Характеристика ответа на теоретический вопрос / выполнения практического задания	Количество набранных баллов
УК-1 ОПК-3	<p>Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий. Знание по предмету демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.</p>	9-10 б.
	<p>Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен. Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.</p>	7-8 б.
	<p>Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний не показано.</p>	5-6 б.
	<p>Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса по билету с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента.</p> <p><i>или</i></p> <p>Ответ на вопрос полностью отсутствует</p> <p><i>или</i></p>	0 б.

	Отказ от ответа	
УК-1 ОПК-3	Практическое задание выполнено верно, отсутствуют ошибки различных типов. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.	9-10 б.
	Практическое задание выполнено в полном объеме. Допущена незначительная ошибка.	7-8 б.
	Допущены несколько незначительных ошибок различных типов.	5-6 б.
	Допущены значительные ошибки. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента. <i>или</i> Выполнение практического задания полностью неверно, отсутствует	0 б.

### 6.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Характеристики процедуры	
Вид процедуры	Зачет/Экзамен
Цель процедуры	выявить степень сформированности компетенции УК-1, ОПК-3
Локальные акты вуза, регламентирующие проведение процедуры	Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся СВФУ, версия 3.0, утверждено ректором СВФУ 19.02.2019г. Положение о балльно-рейтинговой системе в СВФУ, версия 4.0, утверждено 21.02.2018 г.
Субъекты, на которых направлена процедура	студенты 3 и 4 курса бакалавриата
Период проведения процедуры	зачет - летняя экзаменационная сессия на 3 курсе, экзамен - зимняя экзаменационная сессия на 4 курсе
Требования к помещениям и материально-техническим средствам	-
Требования к банку оценочных средств	-
Описание проведения процедуры	В соответствии с п. 5.12 Положения о балльно-рейтинговой системе в СВФУ, зачет «ставится при наборе 60 баллов». Таким образом, процедура зачета не предусмотрена. Экзамен принимается в устной форме по билетам. Экзаменационный билет по дисциплине включает два теоретических вопроса и практическое задание. Время на подготовку – 1 астрономический час.
Шкалы оценивания результатов	Шкала оценивания результатов приведена в п.6.2. РПД.
Результаты процедуры	В результате сдачи всех заданий студенту необходимо набрать не менее 60 баллов, чтобы получить зачет. В результате сдачи всех заданий для СРС студенту необходимо набрать 45 баллов, чтобы быть допущенным к экзамену.

**7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины<sup>3</sup>**

№	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы, вид и характеристика иных информационных ресурсов	Наличие грифа, вид грифа	Библиотека ТИ (ф) СВФУ, кол-во экземпляров	Электронные издания: точка доступа к ресурсу (наименование ЭБС, ЭБ СВФУ)	Количество студентов
<b>Основная литература<sup>4</sup></b>					
1	Численные методы: учеб. пособие / М. П. Лапчик, М. И. Рагулина, Е. К. Хеннер ; под ред. М. П. Лапчика. - 2-е изд., стер. - Москва: Академия, 2005. - 384 с. : рис., табл. - (Высшее профессиональное образование). - Библиогр.: с. 381. - ISBN 5-7695-2503-7 : 233-02.		3		18
2	Теория погрешностей и метод наименьших квадратов: учеб. для студентов вузов / Б. И. Беляев, М. Н. Тевзадзе. - М.: Недра, 1992. - 287 с. - Библиогр. : с. 277. - Прил. : Предметный указатель. - ISBN 5 - 247 - 02186 - X : 6025.		3		18
<b>Дополнительная литература</b>					
1	Справочник по высшей математике / А. А. Гусак, Г. М. Гусак, Е. А. Бричикова. - Изд. 3-е, стер. - Минск: ТетраСистемс, 2001. - 637 с. : ил. - Биогр. словарь. Предм. указ. - ISBN 985-6577-60-8 : 166,00.		2		18
2	Дифференциальное и интегральное исчисление: учеб. пособ. для вузов / Н. С. Пискунов. - Изд. двенадцатое. - Москва: Наука, 1978. - 576 с. - (Т.2). - 1,10.		2		18

<sup>3</sup> Для удобства проведения ежегодного обновления перечня основной и дополнительной учебной литературы рекомендуется размещать раздел 7 на отдельном листе, с обязательной отметкой в Учебной библиотеке.

<sup>4</sup> Рекомендуется указывать не более 3-5 источников (с грифами).

3	Справочник по математическим формулам и графикам функций для студентов / С. Н. Старков. - Санкт-Петербург: Питер, 2009. - 234 с. : ил. - (Учебное пособие). - Библиогр. : с. 229-230. - Алф. указ. - ISBN 978-5-91180-830-3 : 398,00.		1		18
---	---	--	---	--	----

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее сеть-Интернет), необходимых для освоения дисциплины

1. Портал Math.ru: библиотека, медиатека, олимпиады, задачи, научные школы, история математики <http://www.math.ru>
2. Московский центр непрерывного математического образования <http://www.mccme.ru>
3. Прикладная математика: справочник математических формул, примеры и задачи с решениями <http://www.pm298.ru>

## 9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Виды учебных занятий*	Наименование аудиторий, кабинетов, лабораторий и пр.	Перечень оборудования
1.	Лабораторные занятия	Компьютерные классы	интерактивная доска, компьютеры 10 шт, мультимедийный проектор
2.	Лекционные занятия	Мультимедийный кабинет	интерактивная доска, ноутбук, мультимедийный проектор
3.	Подготовка к СРС	Кабинет для СРС № 402	Компьютер, доступ к интернет

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

### 10.1. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине<sup>5</sup>

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

- использование на занятиях электронных изданий (чтение лекций с использованием слайд-презентаций, электронного учебного пособия), видео- и аудиоматериалов (через Интернет);
- организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты и СДО Moodle.

### 10.2. Перечень программного обеспечения

Windows, MS Office. AdvancedGrapherMaxima; Open Office

### 10.3. Перечень информационных справочных систем

Не используются.

<sup>5</sup>В перечне могут быть указаны такие информационные технологии, как использование на занятиях электронных изданий (чтение лекций с использованием слайд-презентаций, электронного курса лекций, графических объектов, видео- аудио- материалов (через Интернет), виртуальных лабораторий, практикумов), специализированных и офисных программ, информационных (справочных) систем, баз данных, организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты, форумов, Интернет-групп, скайп, чаты, видеоконференцсвязь, компьютерное тестирование, дистанционные занятия (олимпиады, конференции), вебинар (семинар, организованный через Интернет), подготовка проектов с использованием электронного офиса или оболочки) и т.п.

