

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

<b>Перечень сведений о рабочей программе дисциплины</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> Проектирование и эксплуатация атомных станций	<b>Код ОП</b> 14.05.02/01.01 <b>Учебный план №</b> 5111
<b>Направление подготовки</b> Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг	<b>Код направления подготовки и уровня образования</b>
<b>Уровень образования</b> специалитет	14.05.02
<b>Квалификация, присваиваемая выпускнику</b> Инженер-физик	<b>Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО:</b>
<b>ФГОС ВО</b>	17.08.2015, № 849

СОГЛАСОВАНО  
ДИРЕКЦИЯ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ  
ПРОГРАММ

Екатеринбург, 2015

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Подпись</b>
1	Климова Виктория Андреевна	----	ст. преподаватель	АСиВИЭ	

**Рекомендовано учебно-методическим советом** Уральского энергетического института

Председатель учебно-методического совета  
Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ г.

В.И.Денисенко

**Согласовано:**

Дирекция образовательных программ

Р.Х. Токарева

Руководитель образовательной программы:

С.Е. Щеклеин

# **1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ»**

## **1.1. Аннотация содержания дисциплины**

Дисциплина относится к базовой части образовательной программы и предназначена для ознакомления с основными понятиями математического моделирования, ролью математического моделирования в научной и инженерной деятельности. Студенты изучают численные методы решения систем алгебраических уравнений: прямые, итерационные, вариационные, методы минимизации функций, методы решения дифференциальных уравнений в полных и частных производных. Рассматриваются основные методы обработки данных эксперимента, аппроксимации функций. Особое внимание уделяется погрешностям, возникающим при численном решении задач. Формируются практические умения и навыки численной постановки задач, выбора численного метода решения и разработки компьютерной программы для решения задачи. Студенты закрепляют полученные навыки при выполнении курсовой работы.

Дисциплина является пререквизитом для дисциплины «Компьютерное моделирование физических процессов». Полученные знания, умения и навыки будут использованы для изучения таких дисциплин, как «Физика ядерных реакторов», «Кинетика ядерных реакторов», при выполнении исследовательской работы студентов и при дипломном проектировании.

## **1.2. Язык реализации программы – русский.**

## **1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

- способность проводить математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований (ПК-2);
- способность анализировать нейтронно-физические, технологические процессы и алгоритмы контроля, управления и защиты ЯЭУ с целью обеспечения их эффективной и безопасной работы (ПК-16);
- способность проводить нейтронно-физические и тепло-гидравлические расчеты ядерных реакторов в стационарных и нестационарных режимах работы (ПК-17);
- способность составлять тепловые схемы и математические модели процессов и аппаратов преобразования ядерной энергии топлива в тепловую и электрическую энергию (ПСК-1.1);
- способность использовать математические модели и программные комплексы для численного анализа всей совокупности процессов в ядерно-энергетическом и тепломеханическом оборудовании АС (ПСК-1.3).

В результате освоения дисциплины студент должен:

### **Знать:**

- основные понятия и методы математического моделирования;
- численные методы решения систем линейных и нелинейных алгебраических уравнений, методы численного интегрирования, приближения функций, решения дифференциальных уравнений.

### **Уметь:**

- осуществлять математическую постановку задачи;
- выбирать численный метод решения поставленной задачи;
- применять стандартные пакеты автоматизированного проектирования и научных исследований для решения задачи;
- оценивать погрешность численного решения.

### **Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):**

- навыками математического моделирования процессов и объектов в области профессиональной деятельности;
- навыками применения ЭВМ для решения профессиональных задач.

#### 1.4. Объем дисциплины

Очная форма обучения:

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)	
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	4	5
1.	<b>Аудиторные занятия</b>	<b>102</b>	<b>102</b>	<b>51</b>	<b>51</b>
2.	Лекции	51	51	34	17
3.	Практические занятия	51	51	17	34
4.	Лабораторные работы	0	0	0	0
5.	<b>Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации</b>	<b>128</b>	<b>18,3</b>	<b>89</b>	<b>39</b>
6.	<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>22</b>	<b>2,58</b>	<b>Зачет (4)</b>	<b>Экзамен (18)</b>
7.	<b>Общий объем по учебному плану, час.</b>	<b>252</b>	<b>122,88</b>	<b>144</b>	<b>108</b>
8.	<b>Общий объем по учебному плану, з.е.</b>	<b>7</b>		<b>4</b>	<b>3</b>

#### 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела	Раздел дисциплины	Содержание
P1	Введение в математическое моделирование	Моделирование как научный прием. Цели и этапы математического моделирования. Классификация моделей. Погрешности численного решения задач.
P2	Математические модели в форме алгебраических уравнений	Области применения, пример формирования модели. Прямые и итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Численные методы решения нелинейных уравнений и их систем.
P3	Задачи интерполяции и аппроксимации	Построение эмпирических моделей на основе аппроксимации данных. Метод наименьших квадратов. Интерполяция полиномами, полином Лагранжа, полином Ньютона. Интерполяция сплайнами.
P4	Численное интегрирование	Классические формулы численного интегрирования. Метод Монте-Карло. Математические модели в форме интегральных уравнений.
P5	Математические модели в форме обыкновенных дифференциальных уравнений	Примеры формирования моделей. Численные методы решения задачи Коши: метод Эйлера, метод Рунге-Кутты, многошаговые методы. Численные методы решения краевой задачи: конечно-разностный метод, метод стрельбы.
P6	Дифференциальные уравнения в частных производных	Классификация, области применения и примеры моделирования. Численные методы решения: метод конечных разностей, метод конечных элементов. Построение сеток.
P7	Вопросы оптимизации	Основные понятия и определения. Методы одномерной и многомерной оптимизации. Примеры задач.
P8	Разнообразие математических моделей	Детерминированные и стохастические математические модели. Математические модели в форме передаточных функций. Математические модели в пространстве состояний. Математические модели в частотной области.



Раздел дисциплины		Аудиторные занятия (час.)		Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																									
				Всего по разделу, теме (час.)	Всего аудиторной работы (час.)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)						Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)						Подготовка к контрольным мероприятиям текущей аттестации (колич.)			Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине (час.)		Подготовка в рамках дисциплины к промежуточной аттестации по модулю (час.)		
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего (час.)	Лекция							Практ. семинар. занятие	Лабораторное занятие	Н/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум (магистратура)	Всего (час.)	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Проектная работа*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Домашняя работа на иностр. языке*	Перевод инояз. литературы*	Курсовая работа*	Курсовой проект*	Всего (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*	Зачет	Экзамен	Интегрированный экзамен по модулю
P5	Математические модели в форме обыкновенных дифференциальных уравнений	22	12	4	8		10	4	0,8	3,2			4	1							2	1							
P6	Дифференциальные уравнения в частных производных	26	14	4	10		12	4	0,8	3,2			8																
P7	Вопросы оптимизации	18	10	2	8		8	4	0,4	3,6			4	1															
P8	Разнообразие математических моделей	24	15	7	8		9	5	1,4	3,6			4	1															
	<b>Всего (час), без учета промежуточной аттестации:</b>	<b>90</b>	<b>51</b>	<b>17</b>	<b>34</b>		<b>39</b>	<b>17</b>	<b>3,4</b>	<b>13,6</b>			<b>20</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>		
	<b>Всего по дисциплине (час.):</b>	<b>108</b>	<b>51</b>				<b>57</b>	<b>В т.ч. промежуточная аттестация</b>																		<b>0</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

\*Суммарный объем в часах на мероприятие указывается в строке «Всего (час.) без учета промежуточной аттестации»

#### 4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

##### 4.1. Лабораторные работы

Не предусмотрены

##### 4.2. Практические занятия

Код раздела	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1	Оценка погрешности численного решения	2
P2	2	Итерационные методы решения СЛАУ	2
P2	3	Методы решения СЛАУ особого вида	2
P2	4	Численное решение нелинейных алгебраических и трансцендентных уравнений	2
P2	5	Численное решение систем нелинейных уравнений	1
P3	6	Методы полиномиальной интерполяции	2
P4	7	Численное интегрирование: квадратурные формулы	2
P4	8	Вычисление кратных интегралов	2
P4	9	Метод Монте-Карло для численного интегрирования	2
P5	10	Одношаговые методы решения задачи Коши	2
P5	11	Решение систем ОДУ и уравнения второго порядка в постановке задачи Коши	2
P5	12	Многошаговые методы решения задачи Коши	2
P5	13	Метод стрельбы для решения краевой задачи	2
P6	14	Вывод формул метода конечных разностей для решения ДУ в частных производных	4
P6	15	Решение гиперболического уравнения	2
P6	16	Решение параболического уравнения	2
P6	17	Решение эллиптического уравнения	2
P7	18	Постановка задачи одномерной оптимизации	4
P7	19	Постановка задачи многомерной оптимизации	4
P8	20	Математические модели в области атомной энергетики	8
<b>Всего:</b>			<b>51</b>

##### 4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

###### 4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

1. Вычисление коэффициентов интерполяционного полинома.
2. Вычисление определенного интеграла по квадратурным формулам.
3. Решение интегральных уравнений.
4. Решение обыкновенного дифференциального уравнения в постановке задачи Коши.
5. Постановка и решение задачи одномерной оптимизации.
6. Типовые звенья динамических систем.

###### 4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено.

###### 4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

Не предусмотрено.

###### 4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено.

- 4.3.5. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)**  
1. Решение дифференциального уравнения в частных производных (волнового, уравнения Фурье, уравнения Лапласа или др.) методом конечных разностей.
- 4.3.6. Примерный перечень тем расчетно-графических работ**  
1. Вычисление коэффициентов эмпирической зависимости методом наименьших квадратов.
- 4.3.7. Примерный перечень тем курсовых работ**  
1. Метод исключения Гаусса – Жордана (СЛАУ).  
2. Метод верхней релаксации (СЛАУ).  
3. Метод хорд (НЛУ).  
4. Метод возмущения параметров (СНЛУ).  
5. Метод Ньютона и его модификации (СЛАУ).  
6. Разложение Холецкого (СЛАУ).  
7. Метод LU-разложения (СЛАУ).  
8. Алгоритм Томаса (СЛАУ).  
9. Итерационные методы поиска собственных значений (СЛАУ).  
10. Определение собственных значений методами преобразования подобия (СЛАУ).
- 4.3.8. Примерная тематика контрольных работ**  
1. Основные понятия математического моделирования.  
2. Прямые методы решения СЛАУ.  
3. Решение ОДУ 2 порядка в постановке краевой задачи.
- 4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов**  
Не предусмотрено.

## 5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела дисциплины	Активные методы обучения						Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение					
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
P1		*										
P2	*	*			*							
P3		*	*									
P4		*										
P5		*										
P6		*			*							
P7		*	*									
P8		*			*							

## 6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)

## 7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)

## **8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)**

### **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **9.1.Рекомендуемая литература**

##### **9.1.1.Основная литература**

1. Калиткин Н. Н. Численные методы : учеб. пособие для студентов ун-тов и втузов / Н. Н. Калиткин; под ред. А. А. Самарского .— 2-е изд. — Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2011 .— 592 с.. Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=456957>
2. Пименов В.Г. Численные методы : учебное пособие для студентов, обучающихся по программе бакалавриата по направлениям подготовки 010100 "Математика", 010200 "Математика и компьютерные науки", 010800 "Механика и математическое моделирование", 010300 "Фундаментальная информатика и информационные технологии", 230700 "Прикладная информатика" : в 2 частях / В. Г. Пименов. — Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2013-2014 . — Ч. 1 .— 2013 .— 110, [1] с. Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275819>
3. Пименов В.Г. Численные методы : учебное пособие для студентов, обучающихся по программе бакалавриата по направлениям подготовки 010100 "Математика", 010200 "Математика и компьютерные науки", 010800 "Механика и математическое моделирование", 010300 "Фундаментальная информатика и информационные технологии", 230700 "Прикладная информатика" : в 2 частях / В. Г. Пименов . — Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2013-2014 . — Ч. 2 / В. Г. Пименов, А. Б. Ложников .— 2014 .— 104, [1] с. Режим доступа: <http://hdl.handle.net/10995/312194>. Голубева Н. В. Математическое моделирование систем и процессов : учебное пособие для студентов вузов железнодорожного транспорта / Н. В. Голубева .— Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2013 .— 192 с. Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=76825](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=76825)

##### **9.1.2.Дополнительная литература**

1. Копылов, Игорь Петрович. Математическое моделирование электрических машин : учеб. для электротехн. и энергет. специальностей вузов / И. П. Копылов .— 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Высшая школа, 2001 .— 327 с. : ил. ; 22 см .— Библиогр.: с. 319 (12 назв.) .— допущено в качестве учебника .— ISBN 5-06-003861-0 : 62.70. — 15 экз.
2. Зарубин, Владимир Степанович. Математическое моделирование в технике : учеб. для студентов втузов / В. С. Зарубин ; под ред. В. С. Зарубина, А. П. Крищенко .— Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001 .— 496 с. : ил. ; 21 см .— (Математика в техническом университете ; Вып. XXI (заключ.)) .— Библиогр. в примеч. Библиогр.: с. 402-405 .— Предм. указ.: с. 406-489. — ISBN 5703812704 : 96.00 .— ISBN 5703814359 : 96.00. 17 экз.

#### **9.2.Методические разработки**

1. Климова В. А. Практическое применение Mathcad в инженерных расчетах: учебное пособие / В. А. Климова, Н. А. Лашманова. – Екатеринбург: УрФУ, 2014. – 234 с.

#### **9.3.Программное обеспечение**

1. MS Excel 2010 или аналоги.
2. Mathcad 15 или более новые версии.

#### **9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Государственная публичная научно-техническая библиотека  
Режим доступа: <http://www.gpntb.ru>

2. Список библиотек, доступных в Интернет и входящих в проект «Либнет»  
Режим доступа: <http://www.valley.ru/-nicr/listrum.htm>
3. Российская национальная библиотека  
Режим доступа: <http://www.rsl.ru>
4. Публичная электронная библиотека  
Режим доступа: <http://www.gpntb.ru>
5. Библиотека нормативно-технической литературы  
Режим доступа: <http://www.tehlit.ru>

#### **9.5. Электронные образовательные ресурсы**

1. Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ. Режим доступа: [study.urfu.ru](http://study.urfu.ru)
2. Электронный каталог зональной научной библиотеки УрФУ. Режим доступа: [lib.urfu.ru](http://lib.urfu.ru)
3. Образовательный математический портал Экспонента ру. Режим доступа: [exponenta.ru](http://exponenta.ru).

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

#### **Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием**

Для проведения лекционных занятий используется специализированная аудитория с мультимедийным проектором. Практические занятия и лабораторные работы должны выполняться в специализированных классах, оснащённых современными персональными компьютерами и программным обеспечением в соответствии с тематикой изучаемого материала; число рабочих мест в классах должно быть таким, чтобы обеспечивалась индивидуальная работа студента на отдельном персональном компьютере.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1**  
**к рабочей программе дисциплины**

**6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины –**

**6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине**

**4 семестр**

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,5</b>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>Посещение</i>	IV, 1-8	20
<i>Контрольная работа №1 (Основные понятия математического моделирования)</i>	IV, 2	20
<i>Контрольная работа №2 (Прямые методы решения СЛАУ)</i>	IV, 3	20
<i>Расчетно-графическая работа (Вычисление коэффициентов эмпирической зависимости методом наименьших квадратов)</i>	IV, 7-8	40
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,6</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – зачет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,4</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,5</b>		
<b>Текущая аттестация на практических занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>Выполнение заданий на занятии</i>	IV, 1-17	55
<i>Домашняя работа №1 (Вычисление коэффициентов интерполяционного полинома)</i>	IV, 8-10	15
<i>Домашняя работа №2 (Вычисление определенного интеграла по квадратурным формулам)</i>	IV, 12-14	15
<i>Домашняя работа №3 (Решение интегральных уравнений)</i>	IV, 14-16	15
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1,0</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрена</b>		

**5 семестр**

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,6</b>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>Посещение</i>	V, 1-17	30
<i>Контрольная работа №3 (Решение ОДУ 2 порядка в постановке краевой задачи)</i>	V, 7-9	20
<i>Домашняя работа №6 (Типовые звенья динамических систем)</i>	V, 15-17	20
<i>Расчетная работа (Решение ДУ ЧП методом конечных разностей)</i>	V, 12-14	30
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4</b>		

<b>Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,4</b>		
<b>Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>Выполнение заданий на практических занятиях</i>	V, 1-8	60
<i>Домашняя работа №4 (Решение обыкновенного дифференциального уравнения в постановке задачи Коши)</i>	V, 3-6	20
<i>Домашняя работа №5 (Постановка и решение задачи одномерной оптимизации)</i>	V, 7-8	20
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1,0</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено</b>		

### 6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы

<b>Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>1 Обзор литературы по теме</i>	IV, 2-6	20
<i>2 Разработка алгоритма решения задачи</i>	IV, 7-9	50
<i>3 Реализация алгоритма</i>	IV, 10-12	30
<b>Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы – 0,7</b>		
<b>Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы – защиты – 0,3</b>		

### 6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

<b>Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина</b>	<b>Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре</b>
Семестр 4	0,5
Семестр 5	0,5

## **7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ**

*Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fepo.i-exam.ru>.*

*Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.*

*Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.*

*В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.*

## **8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС**

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

<b>Компоненты компетенций</b>	<b>Признаки уровня освоения компонентов компетенций</b>		
	<b>пороговый</b>	<b>повышенный</b>	<b>высокий</b>
<b>Знания</b>	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
<b>Умения</b>	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
<b>Личностные качества</b>	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

## 8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

При проведении независимого тестового контроля как формы промежуточной аттестации применяется методика оценивания результатов, предлагаемая разработчиками тестов. Процентные показатели результатов независимого тестового контроля переводятся в баллы промежуточной аттестации по 100-балльной шкале в БРС:

- в случае балльной оценки по тесту (блокам, частям теста) переводится процент набранных баллов от общего числа возможных баллов по тесту;
- при отсутствии балльной оценки по тесту переводится процент верно выполненных заданий теста, от общего числа заданий.

## 8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 8.3.1. Примерные задания для проведения курсовой работы

В ходе выполнения курсовой работы по выбранной теме (см. п. 4.3.11) студент должен:

- выполнить обзор литературы по теме курсовой работы: привести примеры математических моделей или задач, для решения которых используется рассматриваемый численный метод. Описать постановку задачи. Привести основные расчетные формулы;
- разработать алгоритм решения задачи данным численным методом и составить блок-схему алгоритма;
- составить программу решения задачи данным численным методом на базе стандартных пакетов программного обеспечения (электронные таблицы, Mathcad) или с использованием языков программирования;
- составить задачу и решить ее с помощью своей программы;
- оформить пояснительную записку, содержащую основную часть, приложения (скриншоты или текст программы) и библиографический список.

### 8.3.2. Примерные задания для проведения контрольных работ

1. Тема – «Основные понятия математического моделирования». Выполняется в форме тестирования, примеры вопросов:

Знаковая модель – это...

Математическая модель – это...

Параметры или коэффициенты модели – это...

Модель называется динамической, если...

2. Тема – «Прямые методы решения СЛАУ». Задание: решить систему линейных алгебраических уравнений методом Крамера (или матричным методом) и методом Гаусса:

$$\begin{cases} 4x - 2y + z = 1 \\ 3x + y - 5z = 2 \\ -x + 3y + z = 3 \end{cases}$$

3. Тема – «Решение ОДУ 2 порядка в постановке краевой задачи». Задание: решить методом конечных разностей дифференциальное уравнение второго порядка на отрезке  $[a, b]$  с шагом  $h$  при граничных условиях  $u(a) = A$ ,  $u(b) = B$ :

$$\frac{d^2u}{dx^2} - x \frac{du}{dx} - e^x u = \cos(x), \quad a = 1, b = 2, h = 0,2, A = 0, B = 0.$$

### 8.3.3. Примерные задания для проведения расчетной работы

Задание: решить задачу о колебании струны единичной длины с закрепленными концами

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = c^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \quad c = 1, \text{ с начальными условиями } u(x,0) = f(x), \quad \frac{\partial u}{\partial t}(x,0) = 0, \quad 0 \leq x \leq 1 \text{ и граничными}$$

условиями  $u(0,t) = u(1,t) = 0$ . Для решения построить сетку из 6 слоев по  $x$  (шаг равен 0,2) и 8 слоев по  $t$  (шаг 0,1). Отобразить графическое решение на 0-ом, 4-ом и 8-ом временных слоях.

### 8.3.4. Примерные задания для проведения расчетно-графической работы

Результаты измерения сопротивления медного стержня при изменении температуры приведены в таблице:

t, °C	19,1	25,0	30,1	36,0	40,0	45,1	50,0
r, мкОм	76,30	77,80	79,75	80,80	82,35	83,90	85,0

Найти коэффициенты зависимости  $r = at + b$  методом наименьших квадратов, используя электронные таблицы и математический пакет Mathcad. Оценить достоверность аппроксимации.

### 8.3.5. Примерные задания для проведения домашних работ

1. Вычисление коэффициентов интерполяционного полинома.

Дана узловая таблица. Построить по точкам интерполирующий полином  $n$ -й степени в форме Лагранжа (глобальная интерполяция).

x	0,5	1	1,5	2
y	1	0,3	0,7	1,3

2. Вычисление определенного интеграла по квадратурным формулам.

Вычислить определенный интеграл по формулам левых и средних прямоугольников с точностью  $\varepsilon$  (оценить по методу Рунге). Сравнить результаты с аналитическим решением.

$$\int_{1,5}^{2,5} e^x (x^3 - 1) dx$$

3. Решение интегральных уравнений.

Найдите приближенное решение уравнения с шагом  $h = 0,1$  по квадратурным формулам

$$y(x) = e^{x^2} + \int_0^x e^{x^2 - s^2} y(s) ds$$

и сравните с точным решением

$$y(x) = e^{x^2 + x}.$$

4. Решение обыкновенного дифференциального уравнения в постановке задачи Коши.

Решить задачу Коши для ОДУ второго порядка с шагом  $h = 0,2$  на отрезке  $[0, 1]$  методом Рунге – Кутты четвертого порядка.

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

5. Постановка и решение задачи одномерной оптимизации.

Контейнер для радиоактивных отходов представляет собой цилиндрическую емкость объемом 40 литров. Отходы помещаются внутрь контейнера, после чего крышка приваривается. Каковы должны быть размеры контейнера, чтобы длина сварного шва была минимальной?

Выполнить математическую постановку задачи. Найти решение методом общего поиска.

6. Типовые звенья динамических систем.

Запишите передаточную функцию звена, описываемого уравнением

$$4 \frac{d^2 y}{dx^2} + y = 5x + 2 \frac{dx}{dt}.$$

Запишите операторное уравнение при ненулевых начальных условиях  $y(0) = 1, y'(0) = 2$ .

### 8.3.6. Перечень примерных вопросов для зачета

1. Понятие математической модели. Классификация математических моделей.
2. Этапы математического моделирования.
3. Понятие погрешности. Виды и классификация погрешностей.
4. Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений.
5. Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений.
6. Численные методы решения нелинейных алгебраических уравнений.

7. Приближение функций. Основные понятия и определения.
8. Интерполяция. Постановка задачи. Локальная интерполяция: кусочно-постоянная, кусочно-линейная, сплайн-интерполяция.
9. Глобальная интерполяция. Полином Лагранжа. Полином Ньютона.
10. Метод наименьших квадратов. Оценка достоверности аппроксимации.
11. Квадратурные формулы: прямоугольников, трапеций, Симпсона.

#### **8.3.7. Перечень примерных вопросов для экзамена**

1. Понятие математической модели. Классификация математических моделей.
2. Этапы математического моделирования.
3. Понятие погрешности. Виды и классификация погрешностей. Представление чисел в компьютере. Погрешности округления при компьютерных вычислениях.
4. Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений.
5. Итерационные методы решения систем линейных алгебраических. Сходимость к решению. Условие останова итерационного процесса.
6. Численные методы нахождения собственных значений.
7. Численные методы решения нелинейных алгебраических уравнений.
8. Численные методы решения систем нелинейных алгебраических уравнений.
9. Интерполяция. Постановка задачи. Локальная интерполяция: кусочно-постоянная, кусочно-линейная, сплайн-интерполяция.
10. Глобальная интерполяция. Полином Лагранжа. Полином Ньютона.
11. Получение коэффициентов эмпирической функции. Метод наименьших квадратов. Оценка достоверности аппроксимации.
12. Квадратурные формулы: прямоугольников, трапеций, Симпсона. Вычисление кратных интегралов.
13. Метод Монте-Карло.
14. Решение интегральных уравнений.
15. Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем: метод Эйлера, методы Рунге – Кутты.
16. Конечно-разностный метод численного решения дифуравнений в постановке краевой задачи.
17. Метод конечных разностей для решения задач дифференциальных уравнений в частных производных: параболических, гиперболических, эллиптических.
18. Вопросы оптимизации. Постановка задачи одномерной оптимизации.
19. Детерминированные и стохастические математические модели.
20. Математические модели в форме передаточных функций.

#### **8.3.8. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации**

Не используются.

#### **8.3.9. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля**

Не используются.

#### **8.3.10. Интернет-тренажеры**

Не используются.