

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н.Ельцина»

Институт Физико-технологический  
Кафедра Технической физики

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

С.Т. Князев

06 2018 г.




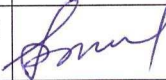
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА**

Рекомендована учебно-методическим советом Физико-технологического института  
для направлений подготовки и специальностей:

Код ОП	Направление/ Специальность	Направленность (профиль) программы магистратуры/ специализации	Номер учебного плана	Код дисциплины по учебному плану
14.05.01/02.01	Ядерные реакторы и материалы	Ядерные реакторы и материалы	5242	Б1.39

Екатеринбург, 2018

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:


№	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Звонарев К.В.	к.ф.-м. н.	Доцент	Технической физики	
2	Токманцев В.И.	д.т.н	Зав. кафедрой	Технической физики	

Рабочая программа одобрена на заседании кафедр (учебно-методических советов):


№	Наименование кафедры (УМС)	Дата заседания	Номер протокола	ФИО зав. кафедрой (предс. УМС)	Подпись
1	Технической физики	26.04.2018	5	Токманцев В.И.	
2	Технической физики	26.04.2018	5	Токманцев В.И.	

Согласовано:

Начальник отдела проектирования образовательных  
программ и организации учебного процесса

  
Р.Х Токарева

Председатель учебно-методического совета  
Физико-технологического института

  
В.В.Зверев

11. 05.2018, протокол № 9



# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ

## Численные методы анализа

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования

Код направления/ специальности	Название направления/ специальности	Реквизиты приказа Министерства образования и науки Российской Федерации об утверждении и вводе в действие ФГОС ВО	
		Дата	Номер приказа
14.05.01	Ядерные реакторы и материалы	03.09.2015	956

### 1.1. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование компетенций:

#### **ОБЩЕКУЛЬТУРНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ (ОК) В СООТВЕТСТВИИ С ФГОС ВО:**

готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-7).

#### **ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ (ПК):**

##### **научно-исследовательская деятельность:**

способность создавать теоретические и математические модели, описывающие нейтронно-физические процессы в реакторах, процессы гидродинамики и тепломассопереноса в активных зонах или воздействие ионизирующего излучения на материалы, человека и объекты окружающей среды, системы учета, контроля ядерных материалов (ПК-1).

##### **проектная деятельность:**

способность формулировать технические задания, использовать информационные технологии и пакеты прикладных программ при проектировании и расчете физических установок и систем учета, контроля, использовать знания методов анализа эколого-экономической эффективности при проектировании и реализации проектов (ПК-17).

##### **производственно-технологическая деятельность:**

готовность решать инженерно-физические и экономические задачи с помощью пакетов прикладных программ (ПК-28).

#### **Дополнительные компетенции, согласованные с работодателями (ДОК, ДОПК, ДПК, ДППК):**

умение выполнять физическое и математическое моделирование конструкторских разработок и технических режимов (ДПК2);

способность использовать компьютерную технику и информационные технологии в основном производстве (ДПК9).

### 1.2. Содержание результатов обучения

В результате освоения дисциплины студент должен:

**Знать** основные достоинства и недостатки изученных методов.

**Уметь** выбрать необходимый численный метод, оценить погрешность его применения.

**Владеть** навыками применения полученных знаний и умений для решения задач с



практическим содержанием.

### 1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

1. Пререквизиты	нет
2. Кореквизиты*	Интегральные уравнения.
3. Постреквизиты*	Физическое и математическое моделирование (СП8).

### 1.4. Объем (трудоемкость) дисциплины

№ п/п	Виды учебной работы, формы контроля	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего, час.	В т.ч. контактная работа (час.)*	5
1.	<b>Аудиторные занятия, час.</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>34</b>
2.	Лекции, час.	17	17	17
3.	Практические занятия, час.	17	17	17
4.	Лабораторные работы, час.	-	-	-
5.	<b>Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации, час.</b>	<b>34</b>	<b>5,1</b>	<b>34</b>
6.	<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>4</b>	<b>0,25</b>	<b>Зачет, 4</b>
7.	<b>Общая трудоемкость по учебному плану, час.</b>	<b>72</b>	<b>39,35</b>	<b>72</b>
8.	<b>Общая трудоемкость по учебному плану, з.е.</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>2</b>

### 1.5. Краткое описание (аннотация) дисциплины

Содержание дисциплины направлено на изучение аппроксимаций функций; численного интегрирования; численного решения линейных и нелинейных уравнений и систем; численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Целью данного курса является развитие алгоритмического мышления, овладение численными методами решения математических прикладных задач.

## 2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема* дисциплины	Содержание
P1	Погрешности	Погрешность решения задачи. Абсолютная и относительная погрешность. Устойчивость алгоритма.
P2	Аппроксимация функций	Интерполяционные многочлены Лагранжа. Его погрешность и ее минимизация. Численное дифференцирование и его вычислительная погрешность. Многочлен Ньютона. Интерполяция сплайнами.
P3	Численное интегрирование	Простейшие квадратурные формулы. Формулы Ньютона-Котеса. Формулы Гаусса. Метод Монте-Карло.
P4	Численные методы линейной алгебры	Метод Гаусса. Метод простой итерации для систем линейных алгебраических уравнений. Метод Гаусса-Зейделя. Метод прогонки.
P5	Решение нелинейных уравнений и систем	Метод простой итерации для нелинейных уравнений. Метод Ньютона.
P6	Численные методы для ДУ	Конечно-разностные методы. Формулы Рунге-Кутты.

## 3 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ (по формам обучения)

3.1. Распределение для изучаемой дисциплины аудиторной нагрузки и контрольных мероприятий по разделам для очной формы обучения

Таблица 3.1.

Семестр обучения: 5		Объем дисциплины (зач.ед.): 2																									
Раздел дисциплины		Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																									
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Аудиторная нагрузка (час.)				Подготовка к аудиторным занятиям (час.)				Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)								Подготовка к аттестационным мероприятиям (час.)									
		Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего (час.)	Лекция	Практ., семинар, занятие	Лабораторное занятие	Н/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум	Всего (час.)	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Инд. или групповой проект*	Перевод инояз. литературы*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Курсовая работа*	Курсовой проект*	Всего на подготовку к контрольным мероприятиям (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*	Зачет* (при наличии экзамена)	Зачет* (дифференцированный) или при отсутствии экзамена)	Экзамен*	
P1	Погрешности	3	2	2		1	1	1																			
P2	Аппроксимация функции	12	4	2	2	8	2	1	1																		
P3	Численное интегрирование	12	4	2	2	8	2	1	1																		
P4	Численные методы линейной алгебры	9	6	2	4	3	3	1	2																		
P5	Решение нелинейных уравнений и систем	18	8	4	4	10	4	2	2																		
P6	Численные методы для ДУ	14	10	5	5	4	4	2	2																		
	Всего (час), без учета промежуточной аттестации:	68	34	17	17	34	16	8	8	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Всего по дисциплине (час.):	72	34			38																		0	4	0	

\* Суммарный объем в часах на мероприятие указывается в строке "Всего (час.):»



#### 4 ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

##### 4.1. Лабораторный практикум

не предусмотрено

##### 4.2. Практические занятия

Код раздела, темы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P2	Интерполяция функций полиномами Лагранжа и Ньютона	2
P3	Вычисление интегралов с использованием формул прямоугольников, трапеций, Симпсона	2
P4	Решение СЛАУ методом Якоби и методом Гаусса-Зейделя	4
P5	Решение нелинейных уравнений методом половинного деления, методом Ньютона, методом хорд	4
P6	Решение ДУ методом Эйлера и Рунге-Кутта	5

**Всего:** 17

##### 4.3. Самостоятельная работа студентов

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

1. Аппроксимация
2. Численное интегрирование
3. Численное решение нелинейных уравнений.

###### 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)

не предусмотрено

###### 4.3.6. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

не предусмотрено

###### 4.3.7. Примерная тематика курсового проекта (работы) (индивидуального или группового)

не предусмотрено

###### 4.3.8. Примерный перечень тем контрольных работ

не предусмотрено

###### 4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

не предусмотрено

###### 4.3.10. Перевод иноязычной литературы

не предусмотрено

#### 5 СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ МЕТОДОВ И ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы дисциплины	Активные и интерактивные методы обучения	Формы учебных занятий и виды учебной работы											
		Лекция	Практич., семинар. занятие	Лабораторное занятие	Н/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум	Домашняя работа	Графическая работа	Реферат, эссе, творч. работа	Расчетная работа (программный продукт)	Расчетно-графич. работа	Курс. проект (работа)	Контрольная работа	Коллоквиум
P1-P6	Методы активного обучения												
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)	*	*			*							
	Командная работа		*										

## 6 ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ

6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана – 1.

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – $k_{\text{лек.}} = 0,5$		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение лекций</i>	5, 1-17 уч.нед.	10
<i>Выполнение домашней работы №1</i>	5, 13 уч.нед.	90
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – $k_{\text{тек.лек.}} = 0,4$		
Промежуточная аттестация по лекциям – <i>зачет</i>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – $k_{\text{пром.лек.}} = 0,6$		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – $k_{\text{прак.}} = 0,5$		
Текущая аттестация на практических занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение практический занятий</i>	5, 1-17 уч.нед.	10
<i>Выполнение домашней работы №2</i>	5, 15 уч.нед.	45
<i>Выполнение домашней работы №3</i>	5, 18 уч.нед.	45
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1,0		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено		
3. Лабораторные занятия: не предусмотрено		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы - не



предусмотрены

#### 6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины)

Порядковый номер семестра (по учебному плану), в котором осваивается модуль (дисциплина)	Коэффициент значимости результатов освоения модуля в семестре – к сем. п
<i>Семестр 5</i>	<i>к сем. 5=1</i>

### 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 7.1. Рекомендуемая литература

##### 7.1.1. Основная литература

1. Волков, Е.А. Численные методы [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2008. — 256 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/54> .
2. Балабко, Л.В. Численные методы : учебное пособие / Л.В. Балабко, А.В. Томилова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова. - Архангельск : САФУ, 2014. - 163 с. : схем., табл., ил. - ISBN 978-5-261-00962-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436331>
3. Буйначев, С.К. Применение численных методов в математическом моделировании : учебное пособие / С.К. Буйначев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина ; науч. ред. Ю.В. Песин. - Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2014. - 72 с. : ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7996-1197-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275957>
4. Соболева, О.Н. Введение в численные методы : учебное пособие / О.Н. Соболева. - Новосибирск : НГТУ, 2011. - 64 с. - ISBN 978-5-7782-1776-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229144>

##### 7.1.2. Дополнительная литература

1. Гавришина, О.Н. Численные методы : учебное пособие / О.Н. Гавришина, Ю.Н. Захаров, Л.Н. Фомина. - Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2011. - 238 с. - ISBN 978-5-8353-1126-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232352> .
2. Численные методы : лабораторный практикум / Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет» ; авт.-сост. Г.И. Шевченко, Т.А. Куликова. - Ставрополь : СКФУ, 2016. - 107 с. : ил. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457891> .

##### 7.1.3. Методические разработки

не используются

#### 7.2. Программное обеспечение

Python;  
Matlab (v R2010a и выше).

#### 7.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»,

## информационно-справочные и поисковые системы

1. Википедия – свободная энциклопедия: <http://ru.wikipedia.org/wiki/>
2. Зональная библиотека УрФУ: <http://lib.urfu.ru>
3. Государственная публичная научно-техническая библиотека: <http://www.gpntb.ru>

### 7.4. Электронные образовательные ресурсы

не используются

### 7.5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Обучение проводится последовательно путем чтения лекций с углублением и закреплением полученных знаний в ходе самостоятельной работы с последующим переводом знаний в умения в ходе практических занятий. На лекциях излагаются лишь основные, имеющие принципиальное значение и наиболее трудные для понимания и усвоения вопросы. Теоретические знания, полученные студентами на лекциях и при самостоятельном изучении курса по литературным источникам, закрепляются на практических занятиях.

## 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.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
<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	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских



	выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	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 мини-контрольных в рамках учебных занятий:**  
*не предусмотрено*

**8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий**  
*не предусмотрено*

**8.3.3. Примерные контрольные кейсы**  
*не предусмотрено*

**8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета**

1. Источники и классификация погрешностей.
2. Абсолютная и относительная погрешности.
3. Значащая цифра. Число верных знаков.
4. Округление чисел.
5. Оценка погрешности результатов действий
6. Постановка задачи аппроксимации функции.
7. Точечная аппроксимация.
8. Равномерное приближение.
9. Интерполирование. Постановка задачи интерполирования.
10. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Оценка погрешности.



11. Интерполяция с кратными узлами. Дифференцирование.
12. Численное интегрирование. Простейшие квадратуры.
13. Составные квадратурные формулы.
14. Формулы Ньютона-Котеса.
15. Формулы Гаусса.
16. Формулы погрешности численного интегрирования. Метод (правило) Рунге.
17. Основные определения теории линейных пространств. Характеристика методов решения СЛУ.
18. Точные методы решения СЛУ, итерационные методы. Сходимость итерационных методов.
19. Метод Гаусса-Зейделя.
20. Метод Ньютона, метод хорд.
21. Метод Эйлера.
22. Методы Рунге-Кутты.
23. Метод сеток для уравнений в частных производных. Сходимость метода

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

*не предусмотрено*

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

*не используются*

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

*не используются*

#### **8.3.8. Интернет-тренажеры**

*не используются*

#### **8.3.9. Примерные задания в составе домашней работы**

В рамках домашней работы предусмотрено самостоятельное изучение студентом литературы по выбранной тематике из списка тем в п.4.3.1 и выполнение самостоятельного задания на эту тему. Например:

1. Реализация метода интерполяции кубическими сплайнами на языке Python или в пакете MATLAB.
2. Написание отчета по полученным результатам.

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

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

Лекции и практические занятия проводятся в аудитории, оснащенной проектором с использованием мобильного компьютера (ноутбука). Компьютерный класс с установленным программным обеспечением п.7.2 и числом рабочих мест, соответствующим числу студентов в группе. Допустимо один компьютер на двух обучающихся.

### **10. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Номер листа изменений	Номер протокола заседания кафедры	Дата заседания кафедры	Всего листов в документе	Подпись ответственного за внесение изменений