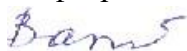


ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Утверждено  
на заседании кафедры  
теоретической физики  
протокол № 5 от «17» марта 2021 г.  
Зав. кафедрой



Вахитов Р.М.

Согласовано: Председатель  
УМК физико - технического  
института



(Балапанов М.Х.)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**Основы численных методов**

Б1.В.ДВ.03.02

Направление подготовки (Специальность)  
**Программа бакалавриата**

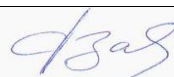
Направление подготовки (специальность)  
**03.03.02 Физика**

Направленность (профиль) подготовки / Специализация  
**Цифровые технологии в физике функциональных материалов**

Квалификация  
Бакалавр

Форма обучения  
Очная

Разработчик (составитель):  
к.ф.-м.н., доц. Закирьянов Ф.К.



/ Закирьянов Ф.К.

Для приема: 2021 г.

Уфа 2021 г.

Составитель: Закирьянов Ф.К.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры общей физики, протокол № 5 от «17» марта 2021 г.

Заведующий кафедрой  Вахитов Р.М.

## **Список документов и материалов**

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)
4. Фонд оценочных средств по дисциплине
  - 4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.
  - 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
  - 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
  - 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

По итогам освоения дисциплины обучающийся должен достичь следующих результатов обучения:

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач;

ПК-1 Способен планировать и проводить научные исследования по перспективным направлениям фундаментальной и прикладной физики, материаловедения и наукоемких технологий с применением современных приборов и методов исследований.

Категория (группа) компетенций	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Знать принципы сбора, отбора и обобщения информации, методики системного подхода для решения профессиональных задач	Знает основные методы численного решения нелинейных алгебраических и трансцендентных уравнений, систем линейных алгебраических уравнений, вычисления определенных интегралов, решения обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем; области применения конкретных численных методов в физике
		УК-1.2. Уметь анализировать и систематизировать разнородные данные, оценивать эффективность процедур анализа проблем и принятия решений в профессиональной деятельности	Умеет правильно сформулировать математическую постановку задачи; эффективно использовать в практических расчетах математическое обеспечение; составлять алгоритмы изучаемых методов; проводить промежуточную и статистическую обработку экспериментальных данных
		УК-1.3. Владеть навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками; методами принятия решений	Владет методами численного решения задач; умением реализовывать алгоритмы численных методов
	ПК-1 Способен планировать и проводить научные исследования по перспективным направлениям фундаментальной и прикладной физики, материаловедения и наукоемких технологий с применением современных приборов и методов исследований	ПК-1.1. Знать перспективные направления фундаментальной и прикладной физики, материаловедения и наукоемких технологий с применением современных приборов и методов исследований	Знает основные методы численного решения нелинейных алгебраических и трансцендентных уравнений, систем линейных алгебраических уравнений, вычисления определенных интегралов, решения обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем; области применения конкретных численных методов в физике
		ПК-1.2. Уметь планировать и проводить научные исследования по перспективным направлениям фундаментальной и прикладной физики, материаловедения и наукоемких технологий с применением современных приборов и методов исследований	Умеет правильно сформулировать математическую постановку задачи; эффективно использовать в практических расчетах математическое обеспечение; составлять алгоритмы изучаемых методов; проводить промежуточную и статистическую обработку экспериментальных данных

		ПК-1.3. Владеть основными навыками планирования и проведения научных исследований по перспективным направлениям фундаментальной и прикладной физики, материаловедения и наукоемких технологий с применением современных приборов и методов исследований	Владеет методами численного решения задач; умением реализовывать алгоритмы численных методов
--	--	---	--

## 2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Основы численных методов» относится к вариативной части.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 5 семестре.

Цели изучения дисциплины: сформировать у студентов системное представление о базовых методах численного анализа. В процессе изучения курса студенты усваивают теоретические сведения о методах решения задач линейной алгебры, одномерной и многомерной минимизации, решения систем нелинейных уравнений, приближения функций и вычисления интегралов и получают практические навыки применения этих методов.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: алгебра, информатика, математический анализ и дифференциальные уравнения.

## 3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

## 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

### 4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотношенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине.

#### Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Код и формулировка компетенции:

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач;

ПК-1 Способен планировать и проводить научные исследования по перспективным направлениям фундаментальной и прикладной физики, материаловедения и наукоемких технологий с применением современных приборов и методов исследований.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
УК-1.1. Знать принципы сбора, отбора и обобщения информации, методики системного подхода для решения профессиональных задач	Знает основные методы численного решения нелинейных алгебраических и трансцендентных уравнений, систем линейных алгебраических уравнений, вычисления определенных интегралов, решения обыкновен-	Практически не знает	Имеет значительные пробелы в знаниях	Знает почти всё	Знает всё

	ных дифференциальных уравнений и их систем; области применения конкретных численных методов в физике				
УК-1.2. Уметь анализировать и систематизировать разнородные данные, оценивать эффективность процедур анализа проблем и принятия решений в профессиональной деятельности	Умеет правильно сформулировать математическую постановку задачи; эффективно использовать в практических расчетах математическое обеспечение; составлять алгоритмы изучаемых методов; проводить промежуточную и статистическую обработку экспериментальных данных	Практически не умеет	Не умеет по значительной части материала дисциплины	Умеет почти всё	Умеет всё
УК-1.3. Владеть навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками; методами принятия решений	Владеет методами численного решения задач; умением реализовывать алгоритмы численных методов	Практически не владеет	Не владеет по значительной части материала дисциплины	По существу, владеет	Владеет
ПК-1.1. Знать перспективные направления фундаментальной и прикладной физики, материаловедения и наукоемких технологий с применением современных приборов и методов исследований	Знает основные методы численного решения нелинейных алгебраических и трансцендентных уравнений, систем линейных алгебраических уравнений, вычисления определенных интегралов, решения обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем; области применения конкретных численных методов в физике	Практически не знает	Имеет значительные пробелы в знаниях	Знает почти всё	Знает всё
ПК-1.2. Уметь планировать и проводить научные исследования по перспективным направлениям фундаментальной	Умеет правильно сформулировать математическую постановку задачи; эффективно использовать в практических	Практически не умеет	Не умеет по значительной части материала дисциплины	Умеет почти всё	Умеет всё

и прикладной физики, материаловедения и наукоемких технологий с применением современных приборов и методов исследований	расчетах математическое обеспечение; составлять алгоритмы изучаемых методов; проводить промежуточную и статистическую обработку экспериментальных данных				
ПК-1.3. Владеть основными навыками планирования и проведения научных исследований по перспективным направлениям фундаментальной и прикладной физики, материаловедения и наукоемких технологий с применением современных приборов и методов исследований	Владеет методами численного решения задач; умением реализовывать алгоритмы численных методов	Практически не владеет	Не владеет по значительной части материала дисциплины	По существу, владеет	Владеет

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (для экзамена: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания:

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».

#### **4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине**

<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>	<b>Результаты обучения по дисциплине (модулю)</b>	<b>Контролируемые действия по проверке знаний, умений и владений (Оценочные средства)</b>
УК-1.1. Знать принципы сбора, отбора и обобщения информации, методики системного подхода для решения профессиональных задач	Знает основные методы численного решения нелинейных алгебраических и трансцендентных уравнений, систем линейных алгебраических уравнений, вычисления определенных интегралов, решения обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем; области применения конкретных численных методов в физике	Тестирование Доклад Лабораторная работа Экзамен
УК-1.2. Уметь анализировать и систематизировать разнородные данные, оценивать эффективность процедур анализа проблем и принятия решений в профес-	Умеет правильно сформулировать математическую постановку задачи; эффективно использовать в практических расчетах математическое обеспечение;	Тестирование Доклад Лабораторная работа

сиональной деятельности	составлять алгоритмы изучаемых методов; проводить промежуточную и статистическую обработку экспериментальных данных	Экзамен
УК-1.3. Владеть навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками; методами принятия решений	Владеет методами численного решения задач; умением реализовывать алгоритмы численных методов	Тестирование Доклад Лабораторная работа Экзамен
ПК-1.1. Знать перспективные направления фундаментальной и прикладной физики, материаловедения и наукоемких технологий с применением современных приборов и методов исследований	Знает основные методы численного решения нелинейных алгебраических и трансцендентных уравнений, систем линейных алгебраических уравнений, вычисления определенных интегралов, решения обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем; области применения конкретных численных методов в физике	Тестирование Доклад Лабораторная работа Экзамен
ПК-1.2. Уметь планировать и проводить научные исследования по перспективным направлениям фундаментальной и прикладной физики, материаловедения и наукоемких технологий с применением современных приборов и методов исследований	Умеет правильно сформулировать математическую постановку задачи; эффективно использовать в практических расчетах математическое обеспечение; составлять алгоритмы изучаемых методов; проводить промежуточную и статистическую обработку экспериментальных данных	Тестирование Доклад Лабораторная работа Экзамен
ПК-1.3. Владеть основными навыками планирования и проведения научных исследований по перспективным направлениям фундаментальной и прикладной физики, материаловедения и наукоемких технологий с применением современных приборов и методов исследований	Владеет методами численного решения задач; умением реализовывать алгоритмы численных методов	Тестирование Доклад Лабораторная работа Экзамен



## Рейтинг-план дисциплины

### ОСНОВЫ ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДОВ

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

направление «Физика»

курс 3, семестр 5

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
1. Лабораторные работы	3	5	0	15
2. Тестовый контроль	5	1	0	5
<b>Рубежный контроль</b>				
1. Доклад	15	1	0	15
<b>Модуль 2</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
1. Лабораторные работы	3	5	0	15
2. Тестовый контроль	5	1	0	5
<b>Рубежный контроль</b>				
1. Доклад	15	1	0	15
<b>Поощрительные баллы</b>				
1. Студенческая олимпиада	3	1	0	3
2. Публикация статей	4	1	0	4
3. Работа со школьниками (кружок, конкурсы, олимпиады)	3	1	0	3
4 ...				
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
1. Посещение лекционных занятий			0	-6
2. Посещение практических (семинарских, лабораторных занятий)			0	-10
<b>Итоговый контроль</b>				
2. Экзамен			0	30

Ниже описаны предусмотренные рейтинг-планом оценочные средства, виды и процедуры контроля.

В рамках использования модульно-рейтинговой системы обучения и оценки успеваемости студентов итоговая оценка знаний студента по дисциплине производится по сумме баллов, полученных в рамках текущего и рубежного контроля знаний, умений и навыков в течение семестра.

За работу в семестре студент получает до 100 баллов за выполнение заданий в рамках текущего и рубежного контроля и дополнительно до 10 баллов за индивидуальные задания.

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:

- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 70 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 60 до 69 баллов;
- неудовлетворительно – менее 60 баллов.

### Экзаменационные билеты

#### Примерные вопросы к экзамену:

1. Место численных методов в решении научных и исследовательских задач. Машинная арифметика. Ошибки.
2. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Преимущества и недостатки основных методов (метод Крамера, метод обратных матриц, метод Зейделя). Контроль ошибок. Метод Гаусса и проблемы его реализации.

3. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Контроль ошибок. LU-факторизация.
4. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Проблемы реализации метода Гаусса. Вектор ошибки и невязка. Число обусловленности матрицы.
5. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Нормы векторов и матриц. Число обусловленности матрицы и его интерпретация.
6. Задача интерполяции. Связь задачи интерполяции с задачей решения систем линейных алгебраических уравнений. Интерполяция и аппроксимация. Полиномиальная интерполяция и проблемы ее реализации.
7. Задача интерполяции. Связь задачи интерполяции с задачей решения систем линейных алгебраических уравнений. Степенной базис. Базис Лагранжа. Кусочно-кубическая интерполяция.
8. Вычисление определенного интеграла. Связь численного интегрирования с задачей интерполяции. Элементарные квадратурные формулы.
9. Вычисление определенного интеграла. Связь численного интегрирования с задачей интерполяции. Правило Ньютона-Котеса. Двухточечное правило Гаусса.
10. Вычисление определенного интеграла. Связь численного интегрирования с задачей интерполяции. Метод Гаусса-Кронрода. Автоматические и адаптивные алгоритмы.
11. Вычисление интеграла по бесконечным отрезкам. Усечение отрезка. Замена переменной. Формула Гаусса-Лагера. Правило  $th$ .
12. Аппроксимация данных. Постановка задачи. Интерполяция и аппроксимация. Метод наименьших квадратов. Аппроксимация с весами.
13. Аппроксимация данных. Метод наименьших квадратов. Шкалированные невязки. Использование нормальных уравнений.
14. Аппроксимация данных. Метод наименьших квадратов. Ортогональные факторизации. QR-факторизация.
16. Аппроксимация данных. Метод наименьших квадратов. Проблемы приведения матрицы коэффициентов к треугольному виду. Преобразование Хаусхолдера.
15. Нелинейные уравнения. Связь с задачей решения систем линейных алгебраических уравнений. Метод дихотомии. Метод Ньютона. Метод секущих.
16. Нелинейные уравнения. Связь с задачей решения систем линейных алгебраических уравнений. Метод Мюллера. Системы нелинейных уравнений.
17. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Отличие задач решения ОДУ и вычисления определенных интегралов. Уравнения высокого порядка и системы уравнений. Метод Эйлера.
18. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Устойчивые и неустойчивые уравнения. Собственные значения и матрица Якоби. Жесткие задачи.
19. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Явный и неявный метод Эйлера. Метод трапеций.
20. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Многошаговые методы. Общая разностная схема. Методы Адамса, Гира, Рунге-Кутты 4-го порядка. Многозначные методы.
21. Решение задач оптимизации. Связь решения задачи оптимизации с решением нелинейных уравнений. Одномерная оптимизация. Метод Ньютона и проблемы его реализации.
22. Решение задач оптимизации. Связь решения задачи оптимизации с решением нелинейных уравнений. Одномерная оптимизация. Унимодальные функции. Метод Фибоначчи. Метод золотого сечения.
23. Решение задач оптимизации. Многомерная оптимизация. Метод Ньютона. Метод наискорейшего спуска.
24. Численные методы Монте-Карло. Случайные числа. Равномерное и нормальное распределение. Использование случайных величин для вычисления определенного интеграла.
25. Численные методы Монте-Карло. Случайные числа. Генераторы случайных чисел (конгруэнтный целочисленный генератор Лемера, генератор Фибоначчи).
26. Численные методы Монте-Карло. Моделирование случайных величин: дискретные случайные величины, метод обратных функций, метод Неймана, обобщенный метод отказов, метод суперпозиции.

## Образец экзаменационного билета:

ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФИЗИКО–ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

по дисциплине

**Основы численных методов**

Направление подготовки (специальность)

**03.03.03 Физика**

Направленность (профиль) подготовки / Специализация

**Цифровые технологии в физике функциональных материалов**

27. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Устойчивые и неустойчивые уравнения. Собственные значения и матрица Якоби. Жесткие задачи.
28. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Проблемы реализации метода Гаусса. Вектор ошибки и невязка. Число обусловленности матрицы.

Заведующий кафедрой Вахитов / Вахитов Р.М.

Перевод оценки из 100-балльной в пятибалльную производится следующим образом:

- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

### **Критерии оценки (в баллах):**

- **25-30 баллов** выставляется студенту, если студентом дан полный, в логической последовательности развернутый ответ на поставленный вопрос, где он продемонстрировал знания предмета в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину, самостоятельно, и исчерпывающе отвечает на дополнительные вопросы, приводит собственные примеры по проблематике поставленного вопроса, решил предложенные практические задания без ошибок;

- **17-24 баллов** выставляется студенту, если студент студентом дан развернутый ответ на поставленный вопрос, где студент демонстрирует знания, приобретенные на лекционных и семинарских занятиях, а также полученные посредством изучения обязательных учебных материалов по курсу, дает аргументированные ответы, приводит примеры, в ответе присутствует свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается неточность в ответе. Решил предложенные практические задания с небольшими неточностями;

- **10-16 баллов** выставляется студенту, если студентом дан ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой дисциплины, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы, знанием основных вопросов теории, слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры, недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа и решении практических заданий;

- **1-10 баллов** выставляется студенту, если студентом дан ответ, который содержит ряд серьезных неточностей, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы, незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов, неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Выводы поверхностны. Решение практических заданий не выполнено. Т.е студент не способен ответить на вопросы даже при дополнительных наводящих вопросах преподавателя

## Примерные темы доклада

1. Источники и классификация погрешностей результата численного решения задачи. Особенности машинной арифметики. Обусловленность и корректность задачи и устойчивость численного алгоритма. Классификация вычислительных методов.
2. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Метод Гаусса. LU-разложение. Метод прогонки. Итерационные методы.
3. Поиск одномерных корней. Метод бисекции (дихотомии). Метод Ньютона с модификациями. Адаптированный метод Брентга.
4. Решение систем нелинейных уравнений. Метод Ньютона и его модификации. Метод Стеффенсена. Полусные методы Ньютона. Итерационные методы. Метод Зейделя. Связь задачи нахождения многомерных корней с задачей минимизации.
5. Методы одномерной минимизации. Методы прямого поиска. Метод золотого сечения. Метод парабол. Метод Ньютона.
6. Методы многомерной минимизации. Покоординатный спуск. Градиентный спуск. Метод Ньютона. Метод сопряженных градиентов. Динамический метод поиска многомерного минимума. Безградиентные методы. Метод деформируемого многогранника (Нелдера-Мида, «амёбы»). Метод Пауэлла.
7. Приближение функций и смежные вопросы. Кусочно-линейная и полиномиальная интерполяция. Рациональная интерполяция. Интерполяция сплайнами. Двумерная интерполяция. Метод наименьших квадратов.
8. Численное интегрирование. Простейшие квадратурные формулы. Квадратурные формулы Гаусса. Алгоритм Ромберга. Вычисление интегралов в нерегулярных случаях. Многомерные интегралы. Метод Монте-Карло

### **Критерии оценки (в баллах):**

- **12-15 баллов** выставляется студенту, если студент полностью раскрыл тему доклада, дал полные, развернутые ответы на все дополнительные вопросы, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов по данной теме.
- **4 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл тему доклада, однако допущены неточности при ответе на дополнительные вопросы.
- **2-3 баллов** выставляется студенту, если при докладе студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота доклада страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала.
- **1 балл** выставляется студенту, если доклад свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий по теме. Обнаруживается отсутствие навыков поиска информации.

## Лабораторные работы

Лабораторные работы составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Они направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений. Выполнение студентами лабораторных работ направлено на обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплин; формирование необходимых профессиональных умений и навыков;

Выполнению лабораторных работ предшествует проверка знаний студентов – их теоретической готовности к выполнению задания. Для каждой лабораторной работы предусмотрена процедура защиты в виде устного опроса студентов.

Образцы примерных лабораторных работ приведены в методических указаниях (см. список литературы).

### **Критерии оценки (в баллах):**

- **3 баллов** выставляется студенту, если он без ошибок выполнил лабораторную работу и ответил на все дополнительные вопросы;
- **2 балла** выставляется студенту, если студент выставляется студенту, если он без ошибок выполнил лабораторную работу, но смог ответить не на все дополнительные вопросы;
- **1 балл** выставляется студенту, если студент допустил ошибки при выполнении лабораторной работы и ответах на теоретические вопросы;
- **0 баллов** выставляется студенту, если он не справился ни с теоретической, ни с практической частью задания.

### Пример тестового задания

1. Установите в правильной последовательности этапы решения задач с помощью методов математического моделирования.
- А) Выбор или разработка численного метода
  - Б) Построение математической модели
  - В) Анализ результатов
  - Г) Исследование объекта и формулировка содержательной постановки задачи
  - Д) Разработка вычислительного алгоритма
  - Е) Проведение вычислений
  - Ж) Разработка программы на компьютере или выбор пакета прикладных программ
2. Продолжите.  
Система математических соотношений, которым должна удовлетворять система основных параметров задачи или объекта - \_\_\_\_\_.
3. Выберите основные требования, предъявляемые к математической модели.
- А) адекватность
  - Б) сравнительная простота
  - В) доступность математической обработки
4. Выберите методы, которые сводят решение задачи к выполнению конечного числа арифметических действий над числами, а результаты - в виде числовых значений.
- А) графические методы
  - Б) аналитические методы
  - В) численные методы
5. Установите соответствие между источниками и классификацией погрешностей.
- А) параметры, входящие в описание задачи, заданы неточно
  - Б) математическая модель описывает изучаемый объект приближенно с учетом основных наиболее существенных факторов
  - В) численный алгоритм, метод решения математической задачи дает лишь приближенное решение
  - Г) при вводе исходных данных в процессе вычисления производится округление
  - Д) погрешность приближенных чисел в процессе решения последовательно переходят в результаты вычислений и порождают новые погрешности
- 1) погрешность метода
  - 2) неустраняемая погрешность исходных данных
  - 3) вычислительная погрешность
  - 4) неустраняемая погрешность математической модели
  - 5) погрешность округления
- Ответ: А - \_\_, Б - \_\_, В - \_\_, Г - \_\_, Д - \_\_
6. Округлите число 3,1415926 до четырех значащих цифр и выберите правильный ответ.
- А) 3, 1415
  - Б) 3, 1416
  - В) 3, 142
  - Г) 3, 14
7. Впишите правильный ответ.  
Цифры  $\square 1$ ,  $\square 2$ , ...  $\square n$  приближенного числа а называются верными в \_\_\_\_\_ смысле, если абсолютная погрешность приближенного числа а не превосходит половины единицы  $(m-n+1)$  –го разряда, которому принадлежит цифра  $\square n$ .
8. Определите относительную погрешность приближенного числа  $2,997925 \cdot 10^8$ .
- А) 0, 00005
  - Б) 0, 000005
  - В) 0, 0000005

9. Определите абсолютную погрешность приближенного числа  $2,997925 \cdot 10^8$ .
- А) 50  
Б) 100  
В) 150  
Г) 200

10. Выберите правильный ответ.

Определение допустимых погрешностей приближенных значений аргументов, позволяющих вычислить значение функции с погрешностью, не превышающей заданного, - это:

- А) общая задача теории погрешностей  
Б) обратная задача теории погрешностей.

11. Выберите этапы алгоритма нахождения корня уравнения с помощью численного метода и установите их в правильной последовательности.

- А) уточнение значения корня  
Б) интерполяция  
В) локализация корня  
Г) аппроксимация

12. Выберите основные методы локализации корней.

- А) аналитический метод  
Б) графический метод  
В) метод половинного деления  
Г) метод итераций  
Д) метод трапеций  
Е) метод наименьших квадратов  
Ж) метод хорд  
З) метод касательных

13. Выберите основные методы уточнения корней.

- А) аналитический метод  
Б) графический метод  
В) метод половинного деления  
Г) метод итераций  
Д) метод трапеций  
Е) метод наименьших квадратов  
Ж) метод хорд  
З) метод касательных

14. Установите в правильной последовательности алгоритм метода половинного деления.

- 1) если  $f(x) \cdot f(b) < 0$ , то  $b = x$ , иначе  $a = x$   
2) вычислим  $x = (a+b)/2$ ;  $f(x)$   
3) если  $f(x) = 0$ , переходим к выводу значения  $x$   
4) конец.  
5) если  $|b-a| > \epsilon$ , то переходим к началу алгоритма  
6) выводим значение  $x$

Ответ: \_\_\_\_\_

15. Выберите первое условие, которое необходимо выполнить при использовании метода простых итераций.

- А) выбрать начальное приближение  $x_0$   
Б) исходное уравнение преобразовать к виду, удобному для итераций  
В) произвести отделение корня.

Ответ: \_\_\_\_\_

**Критерии оценки (в баллах):**

- 5 баллов выставляется студенту, если дано от 86 до 100% верных ответов.

- 4 балла выставляется студенту, если дано от 71 до 85% верных ответов;

- 3 балла выставляется студенту, если дано от 56 до 70% верных ответов;
- 2 балла выставляется студенту, если дано 41-55% верных ответов;
- 1 балл выставляется студенту, если дано от 20 до 40% верных ответов;
- 0 баллов выставляется студенту, если дано менее 20% правильных ответов;

## **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

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

#### **Основная литература:**

1. Калиткин Н.Н. Численные методы. – М.: Наука, 2017. – 512 с.
2. Амосов А.А., Дубинский Ю.А., Копченова Н.В. Вычислительные методы для инженеров. – М.: Высш. шк., 2003. – 596 с.
3. Ошибки при численных расчетах и особенности машинной арифметики. / Мет. ук. Сост. Закирьянов Ф.К. – Уфа: РИО БашГУ, 2004. – 24 с
4. Методические указания по решению прикладных задач на ЭВМ. / Сост. Закирьянов Ф.К. – Уфа: РИО БашГУ, 1996. – 24 с.

#### **Дополнительная литература:**

1. Петров И.Б., Лобанов А.И. Лекции по вычислительной математике. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 523 с.
2. Ильина В.И., Силаев П.К. Численные методы для физиков-теоретиков. I. – Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003. – 132с.
3. Вержбицкий В.М. Основы численных методов. – М.: Высш. шк., 2002. – 840 с.
4. Каханер Д., Моулер К., Нэш С. Численные методы и математическое обеспечение. – М.: Мир, 1998. – 575 с.
5. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2001. –
6. Федоренко Р.П. Введение в вычислительную физику. – М.: Изд-во Моск. физ.-техн. ин-та, 1994. – 528 с.
7. Мудров А.Е. Численные методы для ПЭВМ на языках Бейсик, Фортран и Паскаль. – Томск: МП «РАСКО», 1991. – 272 с.
8. Мэтьюз Дж.Г., Финк К.Д. Численные методы. Использование MATLAB. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. – 720 с.
9. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы. – М.: Наука, 1989. – 432 с.
10. Бахвалов Н.С., Лапин А.В., Чижонков Е.В. Численные методы в задачах и упражнениях. – М.: Высш. шк., 2000.
11. Бейкер Дж., Грейвс-Моррис П. Аппроксимации Паде. – М.: Мир, 1986.
12. Де Бор К. Практическое руководство по сплайнам. – М.: Радио и связь, 1985.
13. Васильев Ф.П. Численные методы решения экстремальных задач. – М.: Наука, 1980.
14. Гилл Ф., Мюррей У., Райт М. Практическая оптимизация. – М.: Мир, 1985.
15. Демидович Б.П., Марон И.А. Основы вычислительной математики. – М.: Наука, 1966.

### **5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. ЭБС издательства Лань <https://e.lanbook.com/>
2. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
3. Российский портал «Открытого образования» <https://openedu.ru/>
4. Мир математических уравнений <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/pde.htm>

## 6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине приведена в таблице:

<b>Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий</b>	<b>Вид занятий</b>	<b>Наименование оборудования, программного обеспечения</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Аудитория 324, 224	Практические занятия	Доска, мел, сборники задач, калькулятор
Компьютерный класс № 412 или № 425 (физмат корпус)	Лабораторные работы	Компьютеры с выходом в сеть Интернет. Программное обеспечение: 1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 104 от 17.06.2013 г. 2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 114 от 12.11.2014 г. 3. Среда программирования Lazarus – свободно распространяемое программное обеспечение.



ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФИЗИКО–ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины «Основы численных методов» на 5 семестр  
(наименование дисциплины)

очная

форма обучения

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (з.е. / часов)	4/144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	90,2
лекций	36
практических/ семинарских	54
лабораторных	
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0,2
из них, предусмотренные на выполнение курсовой работы / курсового проекта	
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	26,8
из них, предусмотренные на выполнение курсовой работы / курсового проекта	
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	27

Форма(ы) контроля:

Экзамен: 5 семестр

5 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР		
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Модуль 1: Численное интегрирование</b>							
1.	Работа 1. Численное интегрирование. Квадратурная формула трапеций.	6	9		4	Подготовка к лабораторным работам, выполнение домашнего задания; подготовка рефератов	Приём лабораторных работ, компьютерные тесты
2.	Работа 2. Численное интегрирование. Квадратурная формула Симпсона.	6	9		4	Подготовка к лабораторным работам, выполнение домашнего задания; подготовка рефератов	Приём лабораторных работ, компьютерные тесты
3.	Работа 3. Поиск корня функции одной переменной. Метод половинного деления.	6	9		4,8	Подготовка к лабораторным работам, выполнение домашнего задания; подготовка рефератов	Приём лабораторных работ, компьютерные тесты
<b>Модуль 2: Интерполяция</b>							
4.	Работа 4. Интерполяция табличной функции с помощью кубического сплайна. Метод прогонки.	6	9		4	Подготовка к лабораторным работам, выполнение домашнего задания; подготовка рефератов	Приём лабораторных работ, компьютерные тесты
5.	Работа 5. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Метод Гаусса с выбором ведущего элемента.	6	9		5	Подготовка к лабораторным работам, выполнение домашнего задания; подготовка рефератов	Приём лабораторных работ, компьютерные тесты
6.	Работа 6. Задача Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод Рунге-Кутты 4-го порядка.	6	9		5	Подготовка к лабораторным работам, выполнение домашнего задания; подготовка рефератов	Приём лабораторных работ, компьютерные тесты
<b>Всего часов:</b>		<b>36</b>	<b>54</b>		<b>26,8</b>		

