

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Набережночелнинский институт (филиал)  
Отделение информационных технологий и энергетических систем



**УТВЕРЖДАЮ**  
Заместитель директора  
по образовательной деятельности  
НЧИ КФУ  
Ахметов Н.Д.  
"31" августа 2020 г.

**Программа дисциплины**  
Численные методы

Направление подготовки: 01.03.02 - Прикладная математика и информатика  
Профиль подготовки: отсутствует  
Квалификация выпускника: бакалавр  
Форма обучения: очная  
Язык обучения: русский  
Год начала обучения по образовательной программе: 2019

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработали доцент, к. физ.-мат. н. (доцент) Марданшин Р.Г. (Кафедра системного анализа и информатики, Отделение информационных технологий и энергетических систем), [RGMardanshin@kpfu.ru](mailto:RGMardanshin@kpfu.ru); доцент, к. техн. н. Мышкина И.Ю. (Кафедра системного анализа и информатики, Отделение информационных технологий и энергетических систем), [IJMyshkina@kpfu.ru](mailto:IJMyshkina@kpfu.ru).

### **1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

<b>Шифр компетенции</b>	<b>Расшифровка приобретаемой компетенции</b>
ПК-2	Способен понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- методы оценки погрешности вычислительных методов и алгоритмов, методы решения систем линейных алгебраических уравнений, методы решения нелинейных уравнений и систем нелинейных уравнений, методы аппроксимации, численного дифференцирования и интегрирования таблично заданных функций, методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений.

Должен уметь:

- использовать численные методы для решения задач прикладной математики.

Должен владеть:

- навыками разработки алгоритмов и применения инструментальных средств систем компьютерной математики для реализации методов вычислительной математики.

Должен демонстрировать способность и готовность:

Применять результаты освоения дисциплины в профессиональной деятельности.

### **2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО**

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1. Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 01.03.02 "Прикладная математика и информатика" и относится к вариативной части.

Осваивается на 3 курсе в 5, 6 семестрах.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зачетных единиц на 324 часа.

Контактная работа - 126 часов, в том числе лекции - 54 часа, практические занятия - 0 часов, лабораторные работы - 72 часа, контроль самостоятельной работы - 0 часов.

Самостоятельная работа - 126 часов.

Контроль (зачёт / экзамен) - 72 часа.

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 5 семестре; экзамен в 6 семестре.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Предмет численных методов. Элементы теории погрешностей.	5	4	0	6	9
2.	Тема 2. Сжимающие отображения.	5	4	0	0	8
3.	Тема 3. Приближенное решение алгебраических и трансцендентных уравнений.	5	5	0	6	12
4.	Тема 4. Численные методы линейной алгебры.	5	9	0	9	15
5.	Тема 5. Численное решение систем нелинейных уравнений.	5	5	0	10	14
6.	Тема 6. Приближение функций.	5	9	0	9	14
7.	Тема 7. Численное дифференцирование.	6	6	0	6	15
8.	Тема 8. Численное интегрирование.	6	6	0	10	15
9.	Тема 9. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений.	6	6	0	16	24
	Итого		54	0	72	126

##### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

###### Тема 1. Предмет численных методов. Элементы теории погрешностей.

Основные понятия численных методов. Источники погрешностей: погрешность математической модели; погрешность исходных данных; погрешность численного метода; вычислительная погрешность. Приближенные числа и оценка их погрешностей. Абсолютная и относительная погрешность числа. Верные цифры числа. Округление числа. Правила записи приближенных чисел. Связь относительной погрешности с количеством верных знаков числа. Погрешность суммы. Погрешность разности. Погрешность произведения. Погрешность частного. Относительная погрешность корня. Общая формула вычисления погрешности. Погрешности вычисления на ЭВМ. Представление чисел в ЭВМ. Некоторые обобщенные требования к выбору численных методов.

###### Тема 2. Сжимающие отображения.

Метрические пространства и сжимающие отображения. Отображение Липшица, постоянная Липшица. Неподвижная точка отображения. Метод неподвижной точки. Принцип сжимающих отображений. Теоремы о сжимающих отображениях. Теорема Банаха. Приложения принципа сжимающих отображений. Метод итераций или метод последовательных приближений. Теорема Банаха и решение уравнений. Примеры.

### **Тема 3. Приближенное решение алгебраических и трансцендентных уравнений.**

Отделение корней. Графическое решение уравнений. Метод дихотомии (половинного деления). Метод хорд. Метод касательных (Ньютона). Выбор начальной точки в методе Ньютона. Модификации метода касательных. Метод итераций. Сходимость метода итераций, теорема о сходимости. Способ подготовки уравнений к методу итераций.

### **Тема 4. Численные методы линейной алгебры.**

Классификация численных методов линейной алгебры. Решение систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) методом Гаусса. Решение СЛАУ методом Гаусса с выбором главного элемента. Вычисление определителя методом Гаусса. Нахождение обратной матрицы методом Гаусса. Решение СЛАУ методом прогонки. Нормы векторов и матриц. Погрешности решения систем линейных уравнений. Обусловленность матрицы системы.

Решение СЛАУ методом простых итераций (метод Якоби). Решение СЛАУ методом Зейделя.

### **Тема 5. Численное решение систем нелинейных уравнений.**

Постановка задачи. Метод Ньютона. Общие замечания о сходимости процесса Ньютона. Модифицированный метод Ньютона. Метод итераций. Условия сходимости метода итераций (первое и второе достаточные условия сходимости процесса итерации). Способы подготовки системы алгебраических уравнений к методу итераций. Примеры.

### **Тема 6. Приближение функций.**

Приближение функций. Постановка задачи. Классификация. Интерполяция и аппроксимация. Одномерная линейная интерполяция. Аппроксимация линейной зависимостью. Метод наименьших квадратов. Интерполяционный полином Лагранжа. Интерполяционный полином Ньютона. Сплайн-интерполяция. Классификация. Кубические сплайны. Примеры.

### **Тема 7. Численное дифференцирование.**

Постановка вопроса. Численное дифференцирование путем конечно-разностной аппроксимации производной. Левая, правая и центральная разностные производные. Численное дифференцирование с использованием интерполяционного полинома Лагранжа и интерполяционного полинома Ньютона. Погрешность численного дифференцирования. Примеры.

### **Тема 8. Численное интегрирование.**

Постановка задачи. Основные определения. Классификация методов численного интегрирования. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса. Методы прямоугольников и трапеций. Метод Симпсона. Вычисление интегралов с заданной точностью. Правило Рунге оценки погрешности численного интегрирования. Квадратурные формулы наивысшей алгебраической точности.

### **Тема 9. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений.**

Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Задача Коши. Метод Рунге-Кутты первого порядка точности (метод Эйлера). Метод Рунге-Кутты второго порядка точности. Метод Рунге-Кутты четвертого порядка точности. Правило Рунге оценки погрешности в методах Рунге-Кутты. Решение систем ОДУ первого порядка методом Рунге-Кутты. Численное решение ОДУ высших порядков. Численное решение систем ОДУ высших порядков. Многошаговые методы решения задачи Коши. Численное решение "жестких" дифференциальных уравнений.

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа

подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

## **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- индикаторы оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

## **7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;
- в печатном виде - в библиотеке НЧИ КФУ. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении

обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных в рабочей программе дисциплины, на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов библиотеки НЧИ КФУ.

#### 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Документация Matlab на русском языке - <https://docs.exponenta.ru/documentation-center.html>

Интернет-портал ресурсов по математике - <http://www.math.ru>

Естественно-научный образовательный портал - <http://www.en.edu.ru>

#### 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Лекционный материал доступен в составе электронного учебно-методического комплекса по дисциплине, размещенного на сервере локальной сети института. Материал содержит полный иллюстрированный текст лекций, а также презентации в формате MS PowerPoint по каждому тематическому разделу. Во время лекционных занятий студенту рекомендуется вести краткий конспект, фиксируя основные теоретические положения изучаемых разделов дисциплины. В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся работают на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams". Все необходимые учебно-методические материалы, учебники, учебные пособия, обучающие видеоролики размещаются на вкладке Файлы канала Общий в соответствующей команде "Microsoft Teams".
лабораторные работы	Лабораторные задания предполагают программирование на языке C++ в современной интегрированной среде программирования Microsoft Visual Studio .Net либо альтернативной IDE Qt Creator. В ходе выполнения лабораторных работ студент получает практический опыт и навыки: - В правильной постановке задач; - Анализа проблем, возникающих при решении задач; - Построения алгоритма решения; - Исследования сходимости и определения точности решения; - Проведения тестирования созданной программы; - Документирования полученных результатов. Задачи, решаемые в ходе лабораторного практикума, рассчитаны на применение теоретических знаний, получаемых при освоении лекционного материала по определенной теме. При этом при решении каждой последующей задачи, как правило, требуются знания предыдущих тематических разделов лекционного курса, и навыки, полученные при решении предыдущих задач. Рекомендуемая схема выполнения задания к лабораторной работе по данной дисциплине включает следующие этапы: 1. Ознакомление с заданием. 2. Изучение необходимого теоретического материала по предметной области задачи. 3. Проработка необходимого теоретического материала, связанного с разработкой алгоритма. 4. Изучение примеров решения аналогичных задач. 5. Разработка алгоритма. 6. Проработка необходимого теоретического материала, связанного с программной реализацией алгоритма

Вид работ	Методические рекомендации
	<p>решения задачи. 7. Создание проекта приложения и кодирование алгоритма на языке программирования. 8. Отладка и тестирование программы. В зависимости от сложности решаемой задачи и опыта студента некоторые из приведенных этапов могут быть выполнены неявно, 'интуитивно', или совмещены. Ряд этапов, в частности, этапы 5-7 могут комбинироваться друг с другом. В некоторых случаях допускается совмещать этап составления алгоритма с кодированием на языке программирования, однако это требует достаточно хорошего знания синтаксиса используемого языка. Защита лабораторной работы заключается в проверке преподавателем текста программы (при необходимости, алгоритма), ее работоспособности при различных исходных данных. В ходе защиты преподаватель задает студенту вопросы, касающиеся работы программы, а также соответствующего лекционного материала и предметной области задачи (если есть). Неспособность студента грамотно объяснить принципы работы его программы, особенности алгоритма являются поводом для преподавателя усомниться в авторстве программы. Наличие корректно работающей и качественно оформленной программы не являются гарантией высокой оценки. В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся работают на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams". Все необходимые учебно-методические материалы, учебники, учебные пособия, обучающие видеоролики размещаются на вкладке Файлы канала Общий в соответствующей команде "Microsoft Teams".</p>
самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа по дисциплине заключается в следующем: доработка лабораторных работ, изучение теоретического материала на основе изучения конспектов лекций и рекомендованных учебников и учебных пособий, подготовка экзамену. При работе с литературой следует в первую очередь обращаться к основной литературе по дисциплине, причем работа с литературными источниками и источниками сети Интернет должна проводиться систематически, в процессе этой работы студент должен стараться получить полное представление об интересующих его вопросах, особенно, если возникли трудности в понимании какой-то темы. В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся работают на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams" . Все необходимые учебно-методические материалы, учебники, учебные пособия, обучающие видеоролики размещаются на вкладке Файлы канала Общий в соответствующей команде "Microsoft Teams".</p>
устный опрос	<p>После изучения каждого раздела дисциплины и выполнения каждой лабораторной работы проводится устный опрос. Для подготовки к опросу студентам рекомендуется изучить соответствующий лекционный материал, в случае необходимости обращаясь к рекомендованной по дисциплине литературе. В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся работают на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams. Все необходимые учебно-методические материалы, учебники, учебные пособия, обучающие видеоролики размещаются на вкладке Файлы канала Общий в соответствующей команде "Microsoft Teams".</p>
отчет	<p>После выполнения всех заданий каждой лабораторной работы должен быть подготовлен отчет в текстовом процессоре MS Word. Отчет по каждой лабораторной работе должен содержать: 1) титульный лист; 2) цель</p>



Вид работ	Методические рекомендации
	<p>выполняемой работы; 3) задания; 4) краткие теоретические сведения; 5) листинги всех программ с обязательными комментариями; 6) описание множества тестовых задач; 7) проверка сходимости итерационных методов для каждой тестовой задачи; 8) результаты работы программы по каждому тестовому примеру; 9) выводы по каждому выполненному заданию; 10) провести сравнительный анализ используемых методов решения рассматриваемой задачи. В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся работают на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams". Все необходимые учебно-методические материалы, учебники, учебные пособия, обучающие видеоролики размещаются на вкладке Файлы канала Общий в соответствующей команде "Microsoft Teams".</p>
экзамен	<p>При подготовке к экзамену необходимо опираться прежде всего на лекции и результаты, полученные в ходе выполнения лабораторных работ. В случае возникновения трудностей в понимании какой-либо темы следует обратиться к литературе по тематике дисциплины, рекомендованной преподавателем. В каждом билете на экзамене содержатся два вопроса. Если баллы за работу в семестре низкие (менее 30 баллов), на экзамене может быть предложено практическое задание, соответствующее тематике лабораторных работ. Для успешного ответа на экзамене студент должен: - корректно и в достаточном объеме осветить данные теоретические вопросы - продемонстрировать знания как лекционного материала, так и материала из литературных источников; - корректно ответить на вопросы, задаваемые в ходе устного опроса по тематике полученных вопросов; - предоставить корректно выполненную работу, результаты выполнения которой соответствуют практическому заданию; - ответить на вопросы преподавателя, касающиеся непосредственно технологии выполнения задания; - свободно ориентироваться в терминологии тех тем (разделов) дисциплины, к которым принадлежат полученные теоретические вопросы и практическое задание. В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся работают на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams. Все необходимые учебно-методические материалы, учебники, учебные пособия, обучающие видеоролики размещаются на вкладке Файлы канала Общий в соответствующей команде "Microsoft Teams".</p>

**10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

**11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные

специализированной мебелью и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории – помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специальной мебелью и оборудованием:

- Компьютеры
- Проектор с экраном
- Меловая доска

Рабочий кабинет – помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;

- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;

- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;

- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;

- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;

- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;

- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:

- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;

- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;

- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 01.03.02 "Прикладная математика и информатика"

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Казанский (Приволжский) федеральный университет»

Набережночелнинский институт (филиал)  
Отделение информационных технологий и энергетических систем

**Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**  
Численные методы

Направление подготовки/специальность: 01.03.02 – Прикладная математика и информатика  
Направленность (профиль) подготовки: отсутствует  
Квалификация выпускника: бакалавр  
Форма обучения: очная  
Язык обучения: русский  
Год начала обучения по образовательной программе: 2019

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю)
2. Индикаторы оценивания сформированности компетенций
3. Распределение оценок за формы текущего контроля и промежуточную аттестацию
4. Оценочные средства, порядок их применения и критерии оценивания
  - 4.1. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ
    - 4.1.1. *Лабораторные работы*
      - 4.1.1.1. Порядок проведения и процедура оценивания.
      - 4.1.1.2. Критерии оценивания
      - 4.1.1.3. Содержание оценочного средства
    - 4.1.2. *Отчет по лабораторным работам*
      - 4.1.2.1. Порядок проведения и процедура оценивания
      - 4.1.2.2. Критерии оценивания
      - 4.1.2.3. Содержание оценочного средства
    - 4.1.3. *Устный опрос*
      - 4.1.3.1. Порядок проведения и процедура оценивания
      - 4.1.3.2. Критерии оценивания
      - 4.1.3.3. Содержание оценочного средства
  - 4.2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ
    - 4.2.1. *Экзамен (устный/письменный ответ на контрольные вопросы)*
      - 4.2.1.1. Порядок проведения и процедура оценивания.
      - 4.2.1.2. Критерии оценивания.
      - 4.2.1.3. Оценочные средства

**1. Соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю)**

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций для данной дисциплины	Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации
<p>ПК-2 – Способен понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат</p>	<p>Знать методы оценки погрешности вычислительных методов и алгоритмов, методы решения систем линейных алгебраических уравнений, методы решения нелинейных уравнений и систем нелинейных уравнений, методы аппроксимации, численного дифференцирования и интегрирования таблично заданных функций, методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений.          Уметь использовать численные методы для решения задач прикладной математики.          Владеть навыками разработки алгоритмов и применения инструментальных средств систем компьютерной математики для реализации методов вычислительной математики.</p>	<p><b>Текущий контроль:</b>  <b>1. Лабораторные работы по темам:</b>          Тема 1. Предмет численных методов. Элементы теории погрешностей.          Тема 3. Приближенное решение алгебраических и трансцендентных уравнений.          Тема 4. Численные методы линейной алгебры.          Тема 5. Численное решение систем нелинейных уравнений.          Тема 6. Приближение функций.          Тема 7. Численное дифференцирование.          Тема 8. Численное интегрирование.          Тема 9. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений.</p> <p><b>2. Отчет по лабораторным работам по темам:</b>          Тема 1. Предмет численных методов. Элементы теории погрешностей.          Тема 3. Приближенное решение алгебраических и трансцендентных уравнений.          Тема 4. Численные методы линейной алгебры.          Тема 5. Численное решение систем нелинейных уравнений.          Тема 6. Приближение функций.          Тема 7. Численное дифференцирование.          Тема 8. Численное интегрирование.          Тема 9. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений.</p> <p><b>3. Устный опрос по темам:</b></p>

		<p>Тема 1. Предмет численных методов. Элементы теории погрешностей.</p> <p>Тема 2. Сжимающие отображения.</p> <p>Тема 3. Приближенное решение алгебраических и трансцендентных уравнений.</p> <p>Тема 4. Численные методы линейной алгебры.</p> <p>Тема 5. Численное решение систем нелинейных уравнений.</p> <p>Тема 6. Приближение функций.</p> <p>Тема 7. Численное дифференцирование.</p> <p>Тема 8. Численное интегрирование.</p> <p>Тема 9. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений.</p> <p><b>Промежуточная аттестация:</b> 5 семестр, 6 семестр Экзамен (контрольные вопросы).</p>
--	--	--

## 2. Индикаторы оценивания сформированности компетенций

Комп етенц ия	Зачтено			Не зачтено
	Высокий уровень (отлично) (86-100 баллов)	Средний уровень (хорошо) (71-85 баллов)	Низкий уровень (удовлетворительн о) (56-70 баллов)	Ниже порогового уровня (неудовлетворит ельно) (0-55 баллов)
ПК-2	Знает методы оценки погрешности вычислительных методов и алгоритмов, знает, сравнивает, анализирует методы решения систем линейных алгебраических уравнений, методы решения нелинейных уравнений и систем нелинейных	Знает некоторые методы решения систем линейных алгебраических уравнений, методы решения нелинейных уравнений и систем нелинейных уравнений, методы аппроксимации, численного дифференцирования и интегрирования таблично заданных функций, методы	Перечисляет, может дать краткую характеристику базовых методов решения систем линейных алгебраических уравнений, методы решения нелинейных уравнений и систем нелинейных уравнений, методы аппроксимации, численного	Не знает методы решения систем линейных алгебраических уравнений, методы решения нелинейных уравнений и систем нелинейных уравнений, методы аппроксимации, численного дифференцирован

уравнений, методы аппроксимации, численного дифференцирования и интегрирования таблично заданных функций, методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений.	решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений.	дифференцирования и интегрирования таблично заданных функций, методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений.	ия и интегрирования таблично заданных функций, методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений.
Умеет использовать и осуществлять оптимальный выбор численных методов для решения задач прикладной математики.	Умеет использовать численные методы для решения типовых задач прикладной математики.	Умеет использовать некоторые численные методы для решения типовых задач прикладной математики, допуская ошибки.	Не умеет использовать численные методы для решения задач прикладной математики.
Владеет навыками разработки алгоритмов и применения инструментальных средств систем компьютерной математики для реализации методов вычислительной математики.	Владеет навыками разработки алгоритмов и применения инструментальных средств систем компьютерной математики для реализации некоторых методов вычислительной математики.	Владеет базовыми навыками разработки алгоритмов и применения инструментальных средств систем компьютерной математики для реализации некоторых методов вычислительной математики, допускает ошибки.	Не владеет навыками разработки алгоритмов и применения инструментальных средств систем компьютерной математики для реализации методов вычислительной математики.

### 3. Распределение оценок за формы текущего контроля и промежуточную аттестацию

5 семестр:

Текущий контроль:

Лабораторные работы (ПК-2) – 30 баллов

Отчет по лабораторным работам (ПК-2) – 10 баллов

Устный опрос (ПК-2) – 10 баллов

Итого  $30+10+10 = 50$  баллов

Промежуточная аттестация – экзамен.

Форма сдачи экзамена вариативна и может быть как устной, так и письменной. Экзамен проводится по билетам (всего 30 вопросов), в каждом билете по 2 вопроса; время, отведенное на ответы – 1 час 30 минут.

Контрольные вопросы – 50 баллов, по 25 баллов за ответ на каждый вопрос

Итого  $25+25 = 50$  баллов

Общее количество баллов по дисциплине за текущий контроль и промежуточную аттестацию:  $50+50=100$  баллов.

Соответствие баллов и оценок:

**Для экзамена:**

86-100 – отлично;

71-85 – хорошо;

56-70 – удовлетворительно;

0-55 – неудовлетворительно.

6 семестр:

Текущий контроль:

Лабораторные работы (ПК-2) – 30 баллов

Отчет по лабораторным работам (ПК-2) – 10 баллов

Устный опрос (ПК-2) – 10 баллов

Итого  $30+10+10 = 50$  баллов

Промежуточная аттестация – экзамен.

Форма сдачи экзамена вариативна и может быть как устной, так и письменной. Экзамен проводится по билетам (всего 30 вопросов), в каждом билете по 2 вопроса; время, отведенное на ответы – 1 час 30 минут.

Контрольные вопросы – 50 баллов, по 25 баллов за ответ на каждый вопрос

Итого  $25+25 = 50$  баллов

Общее количество баллов по дисциплине за текущий контроль и промежуточную аттестацию:  $50+50=100$  баллов.

Соответствие баллов и оценок:

**Для экзамена:**

86-100 – отлично;

71-85 – хорошо;

56-70 – удовлетворительно;

0-55 – неудовлетворительно.

## **4. Оценочные средства, порядок их применения и критерии оценивания**

### **4.1. Оценочные средства текущего контроля**

#### **4.1.1. Лабораторные работы**

##### **4.1.1.1. Порядок проведения и процедура оценивания.**

Лабораторные работы выполняются по следующим темам: Тема 1. Предмет численных методов. Элементы теории погрешностей. Тема 3. Приближенное решение алгебраических и трансцендентных уравнений. Тема 4. Численные методы линейной алгебры. Тема 5. Численное решение систем нелинейных уравнений. Тема 6. Приближение функций. Тема 7. Численное дифференцирование. Тема 8. Численное интегрирование. Тема 9. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений.

Работа на лабораторных занятиях предполагает выполнение типового задания с последующей подготовкой отчета о проделанной работе.

Защита лабораторной работы заключается в проверке преподавателем задания согласно определенному варианту. В ходе защиты преподаватель задает студенту вопросы, касающиеся технологии выполнения задания, а также соответствующего лекционного материала. Неспособность студента грамотно ответить на поставленные вопросы является поводом для преподавателя усомниться в авторстве работы.

В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах:

- в команде «Microsoft Teams».



#### 4.1.1.2. Критерии оценивания

Механизм оценивания лабораторных работ:

1) 86-100% от максимального числа баллов

Задание выполнено полностью и без ошибок, обучающийся способен объяснить методы и алгоритмы, использованные при решении задачи.

2) 71-85% от максимального числа баллов

Задание выполнено полностью с незначительными ошибками, обучающийся способен описать алгоритм решения задачи.

3) 56-70% от максимального числа баллов

Задание выполнено более чем наполовину, в решении присутствуют серьезные ошибки, обучающийся способен описать порядок своих действий при решении задачи.

4) 0-55% от максимального числа баллов

Задание выполнено фрагментарно или не выполнено вообще, обучающийся не способен объяснить смысл своих действий при выполнении работы.

#### 4.1.1.3. Содержание оценочного средства

Задачи, решаемые в ходе лабораторного практикума, рассчитаны на применение теоретических знаний, получаемых при освоении лекционного материала по определенной теме. При этом при решении каждой последующей задачи, как правило, требуются знания предыдущих тематических разделов лекционного курса, и навыки, полученные при решении предыдущих задач.

Рекомендуемая схема выполнения задания к лабораторной работе по данной дисциплине включает следующие этапы:

1. Ознакомление с заданием.

2. Изучение необходимого теоретического материала по предметной области задачи.

3. Проработка необходимого теоретического материала, связанного с разработкой алгоритма.

4. Изучение примеров решения аналогичных задач.

5. Разработка алгоритма.

6. Проработка необходимого теоретического материала, связанного с программной реализацией алгоритма решения задачи.

7. Создание проекта приложения и кодирование алгоритма на языке программирования.

8. Отладка и тестирование программы.

Защита лабораторной работы заключается в проверке преподавателем текста программы (при необходимости, алгоритма), ее работоспособности при различных исходных данных. В ходе защиты преподаватель задает студенту вопросы, касающиеся работы программы, а также соответствующего лекционного материала и предметной области задачи (если есть). Неспособность студента грамотно объяснить принципы работы его программы, особенности алгоритма являются поводом для преподавателя усомниться в авторстве программы.

Темы лабораторных работ:

Лабораторная работа 1. Теория погрешностей.

Примеры заданий:

1. Определить, какое равенство точнее:  $\sqrt{44} = 6.63$ ,  $19/41 = 0.463$ .

2. Число  $X = 7,3344$ , все цифры которого верны в строгом смысле, округлите до трех значащих цифр. Для полученного числа  $X_1 \approx X$  найдите предельную абсолютную и предельную относительную погрешности. В записи числа  $X_1$  укажите количество верных цифр (в узком и широком смысле).

3. Вычислить и определить погрешности результата  $N = \frac{(n-1)(m+n)}{(m-n)^2}$ , где  $n=3,0567 \pm 0,0001$ ,  $m=5,72 \pm 0,02$ .

4. Вычислите с помощью калькулятора значение величины  $N = \frac{ab-4c}{\ln a+b}$  при заданных значениях параметров  $a=12.762$ ,  $b=0.4534$ , используя «ручные» расчетные таблицы для пошаговой регистрации результатов вычислений по правилам подсчета цифр.

Лабораторная работа 2. Исследование численных методов решения нелинейных уравнений. Метод половинного деления.

Лабораторная работа 3. Исследование численных методов решения нелинейных уравнений. Метод Ньютона (касательных).

Лабораторная работа 4. Исследование методов решения систем линейных алгебраических уравнений. Прямые методы.

Лабораторная работа 5. Исследование численных методов решения систем линейных алгебраических уравнений.

Лабораторная работа 6. Исследование численных методов решения систем нелинейных уравнений. Метод простой итерации.

Лабораторная работа 7. Исследование численных методов решения систем нелинейных уравнений. Метод Ньютона.

Лабораторная работа 8. Метод наименьших квадратов.

Лабораторная работа 9. Квадратичная интерполяция.

Лабораторная работа 10. Интерполяционный многочлен Лагранжа.

Лабораторная работа 11. Интерполяционный многочлен Ньютона.

Лабораторная работа 12. Исследование методов численного дифференцирования.

Лабораторная работа 13. Исследование методов численного интегрирования.

Лабораторная работа 14. Исследование численных методов решения дифференциальных уравнений. Метод Эйлера, метод Эйлера-Коши.

Лабораторная работа 15. Исследование численных методов решения дифференциальных уравнений. Метод Рунге-Кутты.

Контрольные вопросы при защите лабораторной работы:

1. В чем состоит цель работы?
2. Какие задачи нужно решить в процессе выполнения работы?
3. Опишите методику выполнения работы.
4. Запишите основные расчетные соотношения, используемые в работе.
5. Какое программное и аппаратное обеспечение используется при выполнении работы?
6. Кратко опишите процесс выполнения работы.
7. Опишите основные результаты, полученные в процессе выполнения работы.
8. Соответствуют ли полученные результаты известным теоретическим положениям?
9. Какие выводы можно сделать по результатам выполнения работы?
10. При решении каких практических задач могут быть использованы получаемые результаты?

## **4.1.2. Отчет по лабораторным работам**

### **4.1.2.1. Порядок проведения и процедура оценивания**

Отчеты оформляются по следующим темам: Тема 1. Предмет численных методов. Элементы теории погрешностей. Тема 3. Приближенное решение алгебраических и трансцендентных уравнений. Тема 4. Численные методы линейной алгебры. Тема 5. Численное решение систем нелинейных уравнений. Тема 6. Приближение функций. Тема 7. Численное дифференцирование. Тема 8. Численное интегрирование. Тема 9. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений.

По каждой лабораторной работе студент готовит отчет.

Подготовка отчета по лабораторной работе предполагает осмысление, структурирование и систематизацию результатов, полученных в процессе выполнения лабораторной работы. Кроме того, подготовка отчетов по лабораторным работам направлена на формирование у студентов навыков структурированного, грамотного и последовательного изложения материала по заданной тематике в письменной форме, а также навыков оформления отчетной документации в соответствии с установленными требованиями.

В процессе сдачи отчета по лабораторной работе преподаватель может задавать студенту уточняющие вопросы, касающиеся содержания или оформления отчета. Неспособность студента грамотно ответить на поставленные вопросы является поводом для преподавателя усомниться в авторстве работы.

В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах:

- в команде «Microsoft Teams».

### **4.1.2.2. Критерии оценивания**

Механизм оценивания отчета:

- 1) 86-100% от максимального числа баллов

Задание выполнено правильно. В отчете присутствуют все требуемые разделы в достаточном объеме. Материал изложен подробно, точно и структурированно. Используются надлежащие источники информации в нужном количестве. Оформление отчета полностью соответствует установленным требованиям. В процессе сдачи отчета студентом даны полные развернутые ответы на все вопросы.

- 2) 71-85% от максимального числа баллов

Задание выполнено правильно. В отчете присутствуют все требуемые разделы. Материал изложен точно и структурированно. Используются надлежащие источники информации. Оформление отчета в целом соответствует установленным требованиям, однако имеются некоторые погрешности. В процессе сдачи отчета студентом даны правильные ответы на все вопросы.

- 3) 56-70% от максимального числа баллов

Задание выполнено в целом правильно, однако имеются некоторые ошибки. В отчете присутствуют все требуемые разделы. Материал отчета соответствует содержанию работы. Указаны источники информации. Оформление отчета в целом соответствует установленным требованиям, однако имеются существенные погрешности. В процессе сдачи отчета студентом даны правильные ответы на некоторые вопросы.

- 4) 0-55% от максимального числа баллов

Задание не выполнено или выполнено с грубыми ошибками. Содержание и оформление отчета не соответствует содержанию работы и установленным требованиям. В процессе сдачи отчета студент не может ответить на вопросы или дает неправильные ответы.

### **4.1.2.3. Содержание оценочного средства**

По каждой лабораторной работе студент готовит отчет. Отчет по каждой лабораторной работе должен содержать:

- 1) титульный лист;
- 2) цель выполняемой работы;
- 3) задания;
- 4) краткие теоретические сведения;
- 5) листинги всех программ с обязательными комментариями;
- 6) описание множества тестовых задач;
- 7) проверка сходимости итерационных методов для каждой тестовой задачи;
- 8) результаты работы программы по каждому тестовому примеру;
- 9) выводы по каждому выполненному заданию;
- 10) сравнительный анализ используемых методов решения рассматриваемой задачи.

Следует иметь в виду, что неправильное оформление отчета может привести к снижению итоговой оценки. Отчет должен быть подготовлен на персональном компьютере в MS Word на стандартном листе формата А4 (210x297 мм). Рекомендуемый шрифт – Times New Roman, межстрочный интервал полуторный, 14 кегль, в таблицах - 12, в подстрочных сносках - 10. На титульном листе надписи: «отчет по лабораторной работе № ..... название работы» печатаются 18 шрифтом. Подчеркивание слов и выделение их курсивом не допускается. Поля сверху, снизу по 20 мм, справа - 20 мм, слева - 30 мм, отступ первой строки абзаца - 1,25, выравнивание по ширине. Отчет включает титульный лист, оглавление, введение, основную часть, список использованных источников. Титульный лист заполняется по единому образцу. В оглавлении, следующим за титульным листом, перечисляются разделы отчета с указанием номеров страниц. Названия разделов (заголовки) выделяются полужирным шрифтом, и выравниваются по центру. В конце заголовка точка не ставится. Размер заголовка - 16 пт, подзаголовка - 14 пт. Каждый раздел начинается с новой страницы. Расстояние между заголовком и последующим текстом отделяют двумя полуторными межстрочными интервалами (одной пустой строкой). Страницы отчета должны иметь сквозную нумерацию арабскими цифрами по всему тексту. Номер страницы проставляют в центре нижнего поля страницы без точки в конце. Первой страницей письменной работы является титульный лист. Он не нумеруется. Размер шрифта, используемого для нумерации должен быть меньше, чем у основного текста. В работе второй страницей является - оглавление.

### **4.1.3. Устный опрос**

#### **4.1.3.1. Порядок проведения и процедура оценивания**

Устный опрос проводится по следующим темам: Тема 1. Предмет численных методов. Элементы теории погрешностей. Тема 2. Сжимающие отображения. Тема 3. Приближенное решение алгебраических и трансцендентных уравнений. Тема 4. Численные методы линейной алгебры. Тема 5. Численное решение систем нелинейных уравнений. Тема 6. Приближение функций. Тема 7. Численное дифференцирование. Тема 8. Численное интегрирование. Тема 9. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений.

Устный опрос проводится во время аудиторной работы. Обучающиеся отвечают на вопросы преподавателя, участвуют в дискуссии. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.

В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах:

- в команде «Microsoft Teams».

#### 4.1.3.2. Критерии оценивания

Механизм оценивания ответов при устном опросе:

1) 86-100% от максимального числа баллов

- знает весь теоретический материал по рассматриваемому вопросу, предусмотренный учебной программой;

- может дать подробное описание и провести сравнительный анализ различных подходов к решению рассматриваемой задачи;

- корректно использует понятийный аппарат;

- высказывает свою точку зрения по рассматриваемому вопросу и может ее аргументированно обосновать.

2) 71-85% от максимального числа баллов

- основные теоретические положения по рассматриваемому вопросу;

- может описать различные подходы к решению рассматриваемой задачи;

- корректно использует понятийный аппарат;

- высказывает свою точку зрения.

3) 56-70% от максимального числа баллов

- имеет общее представление о предмете обсуждения, способах решения рассматриваемой задачи;

- допускает ошибки при использовании понятийного аппарата;

- высказывает свои мысли сумбурно, ответ слабо структурирован.

4) 0-55% от максимального числа баллов

- не владеет теоретическим материалом;

- не владеет понятийным аппаратом;

- не способен внятно сформулировать свои мысли.

#### 4.1.3.3. Содержание оценочного средства

Примерные вопросы 5 семестр:

Что представляют собой численные методы?

Почему для реализации численных методов необходим компьютер?

Для решения каких задач используются численные методы?

Что такое погрешность метода?

Какая погрешность называется неустранимой?

Что можно сказать о достоинствах и недостатках численного метода решения задач?

Приведите пример реальной проблемы, которая может быть сведена к решению алгебраического уравнения.

В каких случаях процесс численного решения нелинейного уравнения является сходящимся?

Что называется числом обусловленности матрицы? Какое свойство решения СЛАУ характеризует число обусловленности ее матрицы?

Можно ли найти решение любой СЛАУ методом итераций?

Какие практические задачи сводятся к решению систем нелинейных уравнений?

В каких случаях может быть использован метод Ньютона, метод простых итераций?

Дайте сравнительную характеристику методов решения систем нелинейных уравнений.

Решение каких практических задач может быть сведено к решению системы линейных алгебраических уравнений?

При решении каких задач возникает необходимость в использовании методов аппроксимации?

При решении каких задач возникает необходимость в использовании методов интерполяции?

При решении каких практических задач применяется метод наименьших квадратов?

Для решения каких практических задач применяется метод сплайн-интерполяции?

Сформулируйте задачу приближений функции, заданной на конечном множестве точек, с помощью метода наименьших квадратов. Чем отличается постановка такой задачи от постановки задачи интерполяции?

К какой математической задаче сводится задача построения приближения по методу наименьших квадратов?

Примерные вопросы 6 семестр:

Какие формулы численного дифференцирования вы знаете?

В каких задачах на практике возникает потребность в операции численного дифференцирования?

Дайте сравнительную характеристику методов численного дифференцирования.

В каких областях на практике используются методы численного интегрирования?

Какие формулы численного интегрирования вы знаете?

Как получается формула прямоугольников и формула трапеций?

Приведите примеры интегралов, которые могут быть вычислены только с использованием численных методов.

Приведите примеры реальных процессов, описываемых дифференциальными уравнениями.

Приведите примеры реальных процессов, описываемых системами дифференциальных уравнений.

Почему возникает задача численного решения дифференциальных уравнений?

Приведите примеры возникающих на практике дифференциальных уравнений, аналитическое решение которых найти невозможно.

Что представляет собой численное решение дифференциального уравнения?

Дайте геометрическую интерпретацию метода Эйлера.

Какая аппроксимация производной используется в методе Эйлера?

В чем заключается сущность метода Рунге-Кутты четвертого порядка точности?

## **4.2. Оценочные средства промежуточной аттестации**

### **4.2.1. Экзамен (устный/письменный ответ на контрольные вопросы)**

#### **4.2.1.1. Порядок проведения и процедура оценивания.**

Форма сдачи экзамена вариативна и может быть как устной, так и письменной. Экзамен проводится по билетам, в каждом билете по 2 вопроса; время, отведенное на ответы – 1 час 30 минут. Общее количество вопросов – 30.

#### **4.2.1.2. Критерии оценивания.**

**Баллы в интервале 86-100% от максимальных ставятся, если:**

Обучающийся дал полный ответ на все вопросы, при ответе использовал примеры практического применения рассматриваемого теоретического материала, ответил на все дополнительные вопросы, ответ четкий и хорошо структурированный, освоен понятийный аппарат.

**Баллы в интервале 71-85% от максимальных ставятся, если:**

Обучающийся дал полный ответ на все вопросы, однако испытывал затруднение с приведением практических примеров применения рассматриваемого теоретического материала, ответил не на все дополнительные вопросы, ответ структурирован, освоен понятийный аппарат.

**Баллы в интервале 56-70% от максимальных ставятся, если:**

Обучающийся раскрыл вопросы лишь частично, не смог привести практические примеры применения рассматриваемого теоретического материала, частично ответил на некоторые из

дополнительных вопросов, допускает несущественные ошибки при использовании понятийного аппарата.

**Баллы в интервале 0-55% от максимальных ставятся, если:**

Обучающийся не ответил на вопросы или же ответы не соответствовали заданным вопросам, не дал адекватного ответа на дополнительные вопросы, допускает грубые ошибки при использовании понятийного аппарата или не использует понятийный аппарат предметной области вовсе.

#### **4.2.1.3. Оценочные средства**

Вопросы к экзамену в 5 семестре:

1. Источники и классификация погрешностей
2. Абсолютная и относительная погрешность
3. Округление чисел.
4. Погрешности арифметических действий. Общая формула вычисления погрешности.
5. Представление чисел в ЭВМ. Погрешности вычисления на ЭВМ.
6. Метрические пространства и сжимающие отображения.
7. Принцип сжимающих отображений, его приложения. Метод итераций.
8. Приближенное решение уравнений. Отделение корней.
9. Приближенное решение уравнений. Метод половинного деления.
10. Приближенное решение уравнений. Метод касательных (Ньютона).
11. Приближенное решение уравнений. Метод хорд.
12. Приближенное решение уравнений. Метод итераций. Сходимость метода итераций, теорема о сходимости. Способ подготовки уравнений к методу итераций.
13. Решение систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) методом Гаусса. Решение СЛАУ методом Гаусса с выбором главного элемента.
14. Вычисление определителя матрицы методом Гаусса. Нахождение обратной матрицы методом Гаусса.
15. Нормы векторов и матриц.
16. Обусловленность матрицы СЛАУ.
17. Решение СЛАУ методом простых итераций.
18. Достаточное условие сходимости метода простой итерации для решения СЛАУ.
19. Решение СЛАУ методом Зейделя.
20. Приближение функций. Постановка задачи.
21. Интерполяция и аппроксимация.
22. При решении каких задач возникает необходимость в использовании методов аппроксимации?
23. При решении каких задач возникает необходимость в использовании методов интерполяции?
24. Метод наименьших квадратов.
25. Интерполяционный полином Лагранжа. Интерполяционный полином Ньютона.
26. Сплайн-интерполяция.
27. Численные методы решения систем нелинейных уравнений.
28. Численное решение систем нелинейных уравнений. Метод Ньютона. Общие замечания о сходимости процесса Ньютона.
29. Численное решение систем нелинейных уравнений. Модифицированный метод Ньютона.
30. Численное решение систем нелинейных уравнений. Метод итераций. Условия сходимости метода итераций (первое и второе достаточные условия сходимости процесса итерации). Способы подготовки системы алгебраических уравнений к методу итераций.

Вопросы к экзамену в 6 семестре:

1. Классификация методов численного интегрирования.

2. Определенный интеграл как предел интегральной суммы, его геометрический смысл. Условия существования определённого интеграла.
3. Основные свойства определенного интеграла. Оценивание интеграла. Формула среднего значения.
4. Площадь плоской фигуры и её вычисление с помощью определённого интеграла.
5. Вычисление определенных интегралов с помощью рядов.
6. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса.
7. Методы прямоугольников и трапеций. Вычисление интегралов с заданной точностью.
8. Метод Симпсона. Вычисление интегралов с заданной точностью.
9. Вывод оценки погрешности методов численного интегрирования (прямоугольников).
10. Вывод оценки погрешности методов численного интегрирования (трапеций).
11. Вывод оценки погрешности методов численного интегрирования (парабол).
12. Правило Рунге оценки погрешности численного интегрирования.
13. Понятие дифференциального уравнения (ДУ) первого порядка, различные формы его записи.
14. Решение, начальные условия, общее и частное решения ДУ первого порядка.
15. Задача Коши для ДУ первого порядка и условия её разрешимости.
16. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Задача Коши.
17. Решение систем ОДУ первого порядка методом Рунге -Кутта.
18. Метод Рунге- Кутта первого порядка точности.
19. Метод Рунге- Кутта второго порядка точности.
20. Метод Рунге -Кутта четвертого порядка точности.
21. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод Адамса.
22. Приращение функции. Определение производной. Правая и левая производные. Необходимое и достаточное условия существования конечной производной в точке.
23. В каких задачах на практике возникает потребность в операции численного дифференцирования?
24. Численное дифференцирование путем конечно-разностной аппроксимации производной. Левая, правая и центральная разностные производные.
25. Интерполяционный полином Лагранжа. Интерполяционный полином Ньютона.
26. Численное дифференцирование с использованием интерполяционного полинома Лагранжа
27. Численное дифференцирование с использованием интерполяционного полинома Ньютона.
28. Формулы приближенного дифференцирования, основанные на формуле Стирлинга.
29. Погрешность численного дифференцирования.
30. Средства пакета MATLAB для решения обыкновенных дифференциальных уравнений.



### Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 01.03.02 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: отсутствует

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

#### Основная литература:

1. Бахвалов Н. С. Численные методы в задачах и упражнениях : учебное пособие / Н. С. Бахвалов, А. В. Лапин, Е. В. Чижонков ; под редакцией В. А. Садовниченко. - 4-е изд. (эл.). - Москва : Лаборатория знаний, 2015. - 243 с. - ISBN 978-5-9963-2980-9. - URL: <https://e.lanbook.com/book/70743> (дата обращения: 30.07.2020). - Текст : электронный.
2. Киреев В. И. Численные методы в примерах и задачах : учебное пособие / В. И. Киреев, А. В. Пантелеев. - 4-е изд., испр. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 448 с. - ISBN 978-5-8114-1888-6. - URL: <https://e.lanbook.com/book/65043> (дата обращения: 30.07.2020). - Текст : электронный.
3. Шевцов Г. С. Численные методы линейной алгебры : учебное пособие / Г. С. Шевцов, О. Г. Крюкова, Б. И. Мызникова. - 2-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2011. - 496 с. - ISBN 978-5-8114-1246-4. - URL: <https://e.lanbook.com/book/1800> (дата обращения: 30.07.2020). - Текст : электронный.

#### Дополнительная литература:

1. Турчак Л. И. Основы численных методов : учебное пособие / Л. И. Турчак, П. В. Плотников. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2002. - 304 с. - ISBN 5-9221-0153-6. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2351> (дата обращения: 30.07.2020). - Текст : электронный.
2. Волков Е. А. Численные методы : учебник / Е. А. Волков. - 5-е изд. - Санкт-Петербург : Лань, 2008. - 256 с. - ISBN 978-5-8114-0538-1. - URL: <https://e.lanbook.com/book/54> (дата обращения: 30.07.2020). - Текст : электронный.
3. Зализняк В. Е. Численные методы. Основы научных вычислений: учебное пособие / В. Е. Зализняк ; Сибирский Федеральный ун-т. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2012. - 357 с : ил., табл. - (Бакалавр). - Прил.: с. 312-353. - Доп. УМО. - В пер. - Библиогр.: с. 354-356. - ISBN 978-5-9916-1621-8. Текст: непосредственный. (52 экз).

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 01.03.02 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: отсутствует

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Acrobat Reader

Антивирус Касперского

Mathworks Matlab R2014b

Qt Creator

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к

учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.