

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНТРАНС РОССИИ)
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
(РОСАВИАЦИЯ)
ФГБОУ ВО «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ»
(ФГБОУ ВО СПбГУ ГА)

УТВЕРЖДАЮ

Первый
проректор-проректор
по учебной работе

Н.Н. Сухих

2017 года



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Численные методы

Направление подготовки
01.03.04 «Прикладная математика»

Направленность программы (профиль)
«Математическое и программное обеспечение систем управления»

Квалификация выпускника
бакалавр

Форма обучения
очная

Санкт-Петербург
2017

1 Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Численные методы» являются формирование у обучающихся комплекса теоретических знаний численных методов решения задач алгебры, математического анализа и дифференциальных уравнений, а также получение навыков и умений методологических подходов разработки численных вычислений и изучение основных методов для решения задач исследовательского и прикладного характера.

Задачами освоения дисциплины «Численные методы» являются:

- формирование у обучающихся знаний о численных методах решения нелинейных уравнений и систем, систем линейных уравнений, теории интерполирования, численного дифференцирования и интегрирования;
- приобретение обучающимися умений выбора и применения численных методов для решения конкретных задач;
- овладение обучающимися навыками использования численных методов для обработки экспериментальных данных.

Дисциплина «Численные методы» обеспечивает подготовку выпускника к научно-исследовательскому виду профессиональной деятельности.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Численные методы» представляет собой дисциплину, относящуюся к Базовой части Блока 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина «Численные методы» базируется на результатах обучения, полученных при изучении дисциплин «Вычислительная математика», «Применение прикладных математических пакетов».

Дисциплина «Численные методы» является обеспечивающей для дисциплин: «Исследование операций».

Дисциплина «Численные методы» изучается в 7 семестре.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс освоения дисциплины «Численные методы» направлен на формирование следующих компетенций:

Перечень и код компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
Готовность к самостоятельной работе (ОПК-1)	Знать: - общие принципы построения вычислительных алгоритмов; Уметь: - пользоваться современным программным обеспечением – пакетами Scilab;

Перечень и код компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - теоретическими основами вычислительной математики;
<p>Способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, готовностью использовать для их решения соответствующий естественнонаучный аппарат (ПК-9)</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные методы численного решения систем линейных и нелинейных уравнений; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - разрабатывать алгоритмы базовых численных методов и выбирать наиболее рациональную форму представления исходных данных и полученных результатов; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками формализации прикладных задач, способностью выбирать конкретные методы анализа и синтеза для их решения;
<p>Готовность применять математический аппарат для решения поставленных задач, способность применить соответствующую процессу математическую модель и проверить ее адекватность, провести анализ результатов моделирования, принять решение на основе полученных результатов (ПК-10)</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - принципы выбора методов и средств изучения математической модели; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проводить анализ типовых математических моделей; интерполировать и оценить возникающую погрешность; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками моделирования систем управления в среде Scilab;
<p>Способность самостоятельно изучать новые разделы фундаментальных наук (ПК-12)</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - подходы использования современных численных методов для решения научных и прикладных задач; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выбирать наиболее эффективный метод или программную реализацию его для решения конкретной научно-исследовательской задачи с учетом ее особенностей и имеющегося программного обеспечения; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - практическими навыками численного решения научно-исследовательских и прикладных задач соответствующими возможностями компьютерных и информационных технологий;

4 Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часов.

Наименование	Всего часов	Семестр
		7
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Контактная работа:	42	42
лекции	14	14
практические занятия	28	28
семинары	–	–
лабораторные работы	–	–
курсовой проект (работа)	–	–
Самостоятельная работа студента	30	30
Промежуточная аттестация:	36	36

5 Содержание дисциплины

5.1 Соотнесения тем (разделов) дисциплины и формируемых компетенций

Темы (разделы) дисциплины	Количество часов	Компетенции				Образовательные технологии	Оценочные средства
		ОПК-1	ПК-9	ПК-10	ПК-12		
Тема 1. Численные методы решения задач алгебры и математического анализа.	22	+	+	+	+	Л, ВК, ПЗ, СРС	ПАР
Тема 2. Численное интегрирование и дифференцирование.	22	+	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	ПАР
Тема 3. Эмпирические формулы. Численные методы решения задач дискретной математики	28	+	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	ПАР
Всего по дисциплине	72						
Промежуточная аттестация	36						
Итого по дисциплине	108						

Л – лекция, ПЗ – практическое занятие, СРС – самостоятельная работа студента, ВК – входной контроль, ПАР – письменная аудиторная работа.

5.2 Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

Наименование темы (раздела) дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	С	КР	СРС	Всего часов
Тема 1. Численные методы решения задач алгебры и математического анализа.	4	8	-	-	-	10	22
Тема 2. Численное интегрирование и дифференцирование.	4	8	-	-	-	10	22
Тема 3. Эмпирические формулы. Численные методы решения задач дискретной математики	6	12	-	-	-	10	28
Всего по дисциплине	14	28	-	-	-	30	72
Промежуточная аттестация							36
Итого по дисциплине							108

Л – лекция, ПЗ – практическое занятие, СРС – самостоятельная работа студента, ЛР – лабораторная работа, С – семинар, КР – курсовая работа (проект).

5.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Численные методы решения задач алгебры и математического анализа

Метод Гаусса численного решения систем линейных алгебраических уравнений. Условия применимости метода Гаусса. Интерполирование функций алгебраическими многочленами. Интерполирование функций сплайнами.

Тема 2. Численное интегрирование и дифференцирование

Численное интегрирование. Формула прямоугольников. Формула трапеций. Формула Симпсона. Оценка погрешности вычислений. Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Постановка задачи. Методы Рунге - Кутты.

Тема 3. Эмпирические формулы. Численные методы решения задач дискретной математики

Вводные замечания. Представление наблюдаемых данных линейными зависимостями. Метод выравнивания. Квадратичная (параболическая) зависимость. Определение параметров эмпирической формулы. Метод наименьших квадратов. Функциональные шкалы и их применение. Нахождение коэффициентов для степенных функций. Подбор коэффициентов для показательных функций. Некоторые соображения о выборе вида эмпирической формулы с двумя или тремя параметрами.

Уточнение полученной эмпирической формулы. Общий метод определения параметров эмпирической формулы.

5.4 Практические занятия (семинары)

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (часы)
1	Практическое занятие 1-2. Метод Гаусса численного решения систем линейных алгебраических уравнений. Условия применимости метода Гаусса.	4
	Практическое занятие 3-4. Интерполирование функций алгебраическими многочленами. Интерполирование функций сплайнами.	4
2	Практическое занятие 5-6. Численное интегрирование с помощью формулы прямоугольников, формулы трапеций, формулы Симпсона. Оценка погрешности вычислений.	4
	Практическое занятие 7-8. Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Методы Рунге - Кутты.	4
3	Практическое занятие 9-10. Представление наблюдаемых данных линейными зависимостями. Метод выравнивания. Квадратичная (параболическая) зависимость.	4
	Практическое занятие 11. Определение параметров эмпирической формулы. Метод наименьших квадратов.	2
	Практическое занятие 12. Функциональные шкалы и их применение. Нахождение коэффициентов для степенных функций. Подбор коэффициентов для показательных функций.	2
	Практическое занятие 13. Отработка выбора вида эмпирической формулы с двумя или тремя параметрами.	2
	Практическое занятие 14. Уточнение полученной эмпирической формулы. Общий метод определения параметров эмпирической формулы.	2
Итого по дисциплине		28

5.5 Лабораторный практикум

Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен.

5.6 Самостоятельная работа

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
1	1. Изучение теоретического материала. [1-3, 5,6, 7-9] 2. Подготовка к письменной аудиторной работе [4, 10]	10
2	1. Изучение теоретического материала. [1-3, 5,6, 7-9] 2. Подготовка к письменной аудиторной работе [4, 10]	10
3	1. Изучение теоретического материала. [1-3, 5,6, 7-9] 2. Подготовка к письменной аудиторной работе [4, 10]	10
Итого по дисциплине		30

5.7 Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) учебным планом не предусмотрены.

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература

1. Волков, Е.А. **Численные методы** [Электронный ресурс]: учебник / Е. А. Волков. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2008. — 256 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/54>. — Загл. с экрана.

2. Демидович, Б.П. **Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения** [Электронный ресурс]: учебное пособие / Б.П. Демидович, И.А. Марон, Э. З. Шувалова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2010. — 400 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/537>. — Загл. с экрана.

б) дополнительная литература

3. Срочко, В.А. **Численные методы. Курс лекций** [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.А. Срочко. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2010. — 208 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/378>. — Загл. с экрана.

4. Киреев, В.И. **Численные методы в примерах и задачах** [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. И. Киреев, А. В. Пантелеев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2015. — 448 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/65043>. — Загл. с экрана.

в) перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

5. **Обзор численных методов** [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://statistica.ru/branches-maths/obzor-chislennykh-metodov/> , свободный (дата обращения 17.07.2017)

6. **Видео-лекции по курсу Численные методы** [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.intuit.ru/studies/courses/2317/617/info> , свободный (дата обращения: 17.07.2017)

г) программное обеспечение (лицензионное), базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

7. **Единое окно доступа к образовательным ресурсам** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/>, свободный (дата обращения: 17.07.2017).

8. **Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU»** [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://elibrary.ru/>, свободный (дата обращения: 17.07.2017).

9. **Электронно-библиотечная система издательства «Юрайт»** [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://biblio-online.ru>, свободный (дата обращения: 17.07.2017).

10. **Scilab** [Программное обеспечение] — Режим доступа: <https://www.scilab.org/> - свободный (дата обращения: 17.07.2017).

7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Компьютерные классы кафедры № 8 (ауд.: 800, 801, 803, 804) с доступом в Интернет, переносной проектор.

Информационно-справочные и материальные ресурсы библиотеки СПбГУ ГА.

Лицензионное программное обеспечение: Microsoft Office, Scilab.

8 Образовательные и информационные технологии

Дисциплина «Численные методы» предполагает использование следующих образовательных технологий: входной контроль, лекции, практические занятия и самостоятельная работа студента.

Входной контроль проводится преподавателем в начале изучения дисциплины с целью коррекции процесса усвоения студентами дидактических единиц. Он осуществляется по вопросам из обеспечивающих дисциплин (п. 2).

Лекция как образовательная технология представляет собой устное, систематически последовательное изложение преподавателем учебного материала с целью организации целенаправленной познавательной деятельности обучающихся по овладению знаниями, умениями и навыками читаемой дисциплины. В лекции делается акцент на реализацию главных идей и направлений в изучении дисциплины, дается установка на последующую самостоятельную работу.

Практическое занятие обеспечивает связь теории и практики, содействует выработке у обучающихся умений и навыков применения знаний, полученных на лекции и в ходе самостоятельной работы. Практические занятия как образовательная технология помогают студентам систематизировать, закрепить и углубить знания теоретического характера.

Самостоятельная работа студента проявляется в систематизации, планировании, контроле и регулировании его учебно-профессиональной деятельности, а также собственные познавательные-мыслительные действия без непосредственной помощи и руководства со стороны преподавателя. Самостоятельная работа подразумевает выполнение студентом поиска, анализа информации, проработку на этой основе учебного материала, а также подготовку к письменным аудиторным работам.

В рамках изучения дисциплины «Численные методы» предполагается использовать в качестве информационных технологий среду Microsoft Office, пакет прикладных математических программ Scilab.

9 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Фонд оценочных средств дисциплины «Численные методы» представляет собой комплекс методических и контрольных измерительных материалов, предназначенных для определения качества результатов обучения и уровня сформированности компетенций обучающихся в ходе освоения данной дисциплины. В свою очередь, задачами использования фонда оценочных средств являются осуществление как текущего контроля успеваемости студентов, так и промежуточной аттестации в форме экзамена.

Фонд оценочных средств дисциплины «Численные методы» для текущего контроля успеваемости включает письменную аудиторную работу.

Письменная аудиторная работа предназначена для проверки умений и навыков применять полученные знания для решения практических задач.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в виде экзамена в 7 семестре. Этот вид промежуточной аттестации позволяет оценить уровень освоения студентом компетенций за весь период изучения дисциплины. Экзамен предполагает устные ответы на 2 теоретических вопроса из перечня вопросов, вынесенных на промежуточную аттестацию, а также решение задачи.

9.1 Балльно-рейтинговая система оценки текущего контроля успеваемости и знаний и промежуточной аттестации студентов

Тема/вид учебных занятий (оценочных заданий), позволяющих студенту продемонстрировать достигнутый уровень сформированности компетенций	Количество баллов		Срок контроля (порядковый номер недели с начала семестра)	Примечание
	минимальное значение	максимальное значение		
Контактная работа				
<i>Аудиторные занятия</i>				
Тема 1				
Лекция №1	1	1,5	1-14	
Практическое занятие №1	2	4,25	1-14	
Практическое занятие №2	2	4,25	1-14	
Лекция №2	1	1,5	1-14	
Практическое занятие №3	2	4,25	1-14	
Практическое занятие №4	2	4,25	1-14	
Тема 2				
Лекция №3	1	1,5	1-14	
Практическое занятие №5	3	4,25	1-14	
Практическое занятие №6	3	4,25	1-14	
Лекция №4	1	1,5	1-14	
Практическое занятие №7	3	4,25	1-14	
Практическое занятие №8	3	4,25	1-14	
Тема 3				
Лекция №5	1	1,5	1-14	
Практическое занятие №9	3	4,25	1-14	
Практическое занятие №10	3	4,25	1-14	
Лекция №6	1	1,5	1-14	
Практическое занятие №11	3	4,25	1-14	
Практическое занятие №12	3	4,25	1-14	
Лекция №7	1	1,5	1-14	
Практическое занятие №13	3	4,25	1-14	
Практическое занятие №14	3	4,25	1-14	
Итого по обязательным видам занятий	45	70		
Экзамен	15	30		
Итого по дисциплине	60	100		
<i>Премияльные виды деятельности (для учета при определении рейтинга)</i>				
Научные публикации по темам дисциплины		10		
Участие в конференциях по темам дисциплины		10		
Итого дополнительно премияльных баллов		20		
Всего по дисциплине для рейтинга		120		
Перевод баллов балльно-рейтинговой системы в оценку по «академической» шкале				
Количество баллов по БРС	Оценка (по «академической» шкале)			

Тема/вид учебных занятий (оценочных заданий), позволяющих студенту продемонстрировать достигнутый уровень сформированности компетенций	Количество баллов		Срок контроля (порядковый номер недели с начала семестра)	Примечание
	минимальное значение	максимальное значение		
90 и более	5 – «отлично»			
75÷89	4 – «хорошо»			
60÷74	3 – «удовлетворительно»			
менее 60	2 – «неудовлетворительно»			

9.2 Методические рекомендации по проведению процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Посещение студентом лекционного занятия с ведением конспекта оценивается в 1 балл. Активное участие в обсуждении вопросов в ходе лекции – до 0,5 баллов.

Посещение практических занятий №1-4 с ведением конспекта оценивается в 2 балла. Письменная аудиторная работа – до 2,25 балла.

Посещение практических занятий №5-14 с ведением конспекта оценивается в 3 балла. Письменная аудиторная работа – до 1,25 балла.

9.3 Темы курсовых работ (проектов) по дисциплине

Написание курсовых работ (проектов) учебным планом не предусмотрено.

9.4 Контрольные вопросы для проведения входного контроля остаточных знаний по обеспечивающим дисциплинам

1. Структура документа Scilab. Управление вычислениями и документами. Ввод выражений. Использование шаблонов. Редактирование.
2. Входной язык Scilab. Константы. Имена. Операции. Операторы. Выражения. Стандартные функции.
3. Скалярные данные в Scilab. Определение. Операции. Стандартные функции. Использование в вычислениях.
4. Массивы (векторы и матрицы) в Scilab. Определение. Операции. Использование в вычислениях.
5. График функции одной переменной в прямоугольных координатах. Создание графика. Способы задания данных. Форматирование.
6. Какие приближенные аналитические методы существуют для решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем?
7. Представление решения уравнения в виде степенного ряда.

8. Применение ряда Тейлора (Маклорена) для решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем.
9. Алгоритм нахождения решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем методом последовательного дифференцирования.
10. Алгоритм нахождения решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем методом Пикара.
11. Оценка погрешности метода Пикара.
12. Классификация линейных интегральных уравнений.
13. Частный случай линейных уравнений 1-го и 2-го порядка – уравнения Вольтерра.
14. Системы интегральных уравнений Вольтерры.
15. Однородное уравнение Фредгольма 2-го рода.
16. Метод сведения интегрального уравнения к алгебраическим уравнениям.
17. Неоднородное уравнение Фредгольма 2-го рода.
18. Метод последовательных приближений.
19. Метод резольвент (метод итерированных ядер).
20. Метод сведения к алгебраическим уравнениям.

9.5 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Критерий	Этапы формирования	Показатель
<i>Готовность к самостоятельной работе (ОПК-1)</i>		
Знать: - общие принципы построения вычислительных алгоритмов;	1 этап формирования	-перечисляет типы вычислительных ошибок;
	2 этап формирования	-применяет формулы численного дифференцирования и интегрирования;
Уметь: - пользоваться современным программным обеспечением – пакетами Scilab;	1 этап формирования	-описывает компьютерное представление системы чисел с плавающей точкой;
	2 этап формирования	- интерпретирует решение научно-исследовательской задачи, полученное с помощью современного программного обеспечения;

Критерий	Этапы формирования	Показатель
<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - теоретическими основами вычислительной математики; 	1 этап формирования	- воспроизводит численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений;
	2 этап формирования	- демонстрирует знания о выборе вида эмпирической формулы с двумя или тремя параметрами;
<p><i>Способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, готовностью использовать для их решения соответствующий естественнонаучный аппарат (ПК-9)</i></p>		
<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные методы численного решения систем линейных и нелинейных уравнений; 	1 этап формирования	- распознает условия применимости метода Гаусса для решения систем уравнений;
	2 этап формирования	- применяет интерполирование функций алгебраическими многочленами и сплайнами;
<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - разрабатывать алгоритмы базовых численных методов и выбирать наиболее рациональную форму представления исходных данных и полученных результатов; 	1 этап формирования	- формулирует типичные вычислительные проблемы и способы использования общепринятых алгоритмов решения;
	2 этап формирования	- выбирает форму представления исходных и выходных данных, наиболее удобную для интерпретации;
<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками формализации прикладных задач, способностью выбирать конкретные методы анализа и синтеза для их решения; 	1 этап формирования	- описывает входные данные для конкретной задачи;
	2 этап формирования	- подразделяет методы численного решения уравнений в частных производных;
<p><i>Готовность применять математический аппарат для решения поставленных задач, способность применить соответствующую процессу математического</i></p>		

Критерий	Этапы формирования	Показатель
<i>тическую модель и проверить ее адекватность, провести анализ результатов моделирования, принять решение на основе полученных результатов (ПК-10)</i>		
Знать: - принципы выбора методов и средств изучения математической модели;	1 этап формирования	- основные методы приближенных вычислений и граница их применимости;
	2 этап формирования	- применяет основные приемы статистической обработки экспериментальных данных;
Уметь: - проводить анализ типовых математических моделей; интерполировать и оценить возникающую погрешность;	1 этап формирования	- оценивает погрешность вычислений в ходе анализа решения научно-исследовательской задачи;
	2 этап формирования	- иллюстрирует функциональные шкалы и их применение;
Владеть: - навыками моделирования систем управления в среде Scilab;	1 этап формирования	- классифицирует вычислительные модели с учетом их структуры и пределов применимости полученных результатов;
	2 этап формирования	- объясняет особенности математических вычислений, реализуемых на ЭВМ в соответствующей программной среде;
<i>способность самостоятельно изучать новые разделы фундаментальных наук (ПК-12)</i>		
Знать: - подходы использования современных численных методов для решения научных и прикладных задач;	1 этап формирования	- описывает представление наблюдаемых данных линейными зависимостями;
	2 этап формирования	- решает данную научно-исследовательскую задачу с помощью современных численных методов;
Уметь: - выбирать наиболее эффектив-	1 этап формирования	- классифицирует численные методы решения раз-

Критерий	Этапы формирования	Показатель
ный метод или программную реализацию его для решения конкретной научно-исследовательской задачи с учетом ее особенностей и имеющегося программного обеспечения;		личных прикладных и научно-исследовательских задач;
	2 этап формирования	- выбирает численные методы для решения конкретной научно-исследовательской задачи в зависимости от предоставленных данных;
Владеть: - практическими навыками численного решения научно-исследовательских и прикладных задач соответствующими возможностями компьютерных и информационных технологий	1 этап формирования	- соотносит предоставленную информацию с имеющимся программным обеспечением для дальнейшего её решения и получения результатов;
	2 этап формирования	- анализирует методы вычислительной математики для разработки и анализа алгоритмов решения прикладных задач;

Характеристики шкалы оценивания приведены ниже.

1. Максимальное количество баллов за экзамен – 30. Минимальное количество баллов за экзамен – 15 баллов.
2. При наборе менее 15 баллов – экзамен не сдан по причине недостаточного уровня знаний.
3. Экзаменационная оценка выставляется как сумма набранных баллов за ответы на вопросы билета и за решение задачи.
4. Ответы на вопросы билета оцениваются следующим образом:
 - 1 балл: отсутствие продемонстрированных знаний и компетенций в рамках образовательного стандарта (нет ответа на вопрос) или отказ от ответа;
 - 2 балла: нет удовлетворительного ответа на вопрос, демонстрация фрагментарных знаний в рамках образовательного стандарта, незнание лекционного материала;
 - 3 балла: нет удовлетворительного ответа на вопрос, много наводящих вопросов, отсутствие ответов по основным положениям вопроса, незнание лекционного материала;
 - 4 балла: ответ удовлетворительный, оценивается как минимально необходимые знания по вопросу, при этом студентом продемонстрировано хотя бы

минимальное знание всех разделов вопроса в пределах лекционного материала. При этом студентом демонстрируется достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта;

– 5 баллов: ответ удовлетворительный, достаточные знания в объеме учебной программы, ориентированные на воспроизведение; использование научной (технической) терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы;

– 6 баллов: ответ удовлетворительный, студент достаточно ориентируется в основных аспектах вопроса, демонстрирует полные и систематизированные знания в объеме учебной программы;

– 7 баллов: ответ хороший (достаточное знание материала), но требовались наводящие вопросы, студент демонстрирует систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы;

– 8 баллов: ответ хороший, ответом достаточно охвачены все разделы вопроса, единичные наводящие вопросы; студент демонстрирует способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы;

– 9 баллов: систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы; студент демонстрирует способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках учебной программы;

– 10 баллов: ответ на вопрос полный, не было необходимости в дополнительных (наводящих вопросах); студент демонстрирует систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы.

5. Решение задачи оценивается следующим образом:

– 10 баллов: задание выполнено на 91-100 %, решение и ответ аккуратно оформлены, выводы обоснованы, дана правильная и полная интерпретация выводов, студент аргументировано обосновывает свою точку зрения, уверенно и правильно отвечает на вопросы преподавателя;

– 9 баллов: задание выполнено на 86-90 %, решение и ответ аккуратно оформлены, выводы обоснованы, дана правильная и полная интерпретация выводов, студент аргументировано обосновывает свою точку зрения, правильно отвечает на вопросы преподавателя;

– 8 баллов: задание выполнено на 81-85 %, ход решения правильный, незначительные погрешности в оформлении; правильная, но не полная интерпретация выводов, студент дает верные, но не полные ответы на вопросы преподавателя, испытывает некоторые затруднения в интерпретации полученных выводов;

- 7 баллов: задание выполнено на 74-80 %, ход решения правильный, значительные погрешности в оформлении; правильная, но не полная интерпретация выводов, студент дает правильные, но не полные ответы на вопросы преподавателя, испытывает определенные затруднения в интерпретации полученных выводов;
- 6 баллов: задание выполнено 66-75 %, подход к решению правильный, есть ошибки, оформление с незначительными погрешностями, неполная интерпретация выводов, не все ответы на вопросы преподавателя правильные, не способен интерпретировать полученные выводы;
- 5 баллов: задание выполнено на 60-65 %, подход к решению правильный, есть ошибки, значительные погрешности при оформлении, неполная интерпретация выводов, не все ответы на вопросы преподавателя правильные, не способен интерпретировать полученные выводы;
- 4 балла: задание выполнено на 55-59 %, подход к решению правильный, есть ошибки, значительные погрешности при оформлении, неполная интерпретация выводов, не все ответы на вопросы преподавателя правильные, не способен интерпретировать полученные выводы;
- 3 балла: задание выполнено на 41-54 %, решение содержит грубые ошибки, неаккуратное оформление работы, неправильная интерпретация выводов, студент дает неправильные ответы на вопросы преподавателя;
- 2 балла: задание выполнено на 20-40 %, решение содержит грубые ошибки, неаккуратное оформление работы, выводы отсутствуют; не может прокомментировать ход решения задачи, дает неправильные ответы на вопросы преподавателя;
- 1 балл: задание выполнено менее, чем на 20 %, решение содержит грубые ошибки, студент не может прокомментировать ход решения задачи, не способен сформулировать выводы по работе.

9.6 Типовые контрольные задания для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Типовые задания для письменной аудиторной работы

1. Записать интерполяционный многочлен второй степени в форме Лагранжа для трехточечной таблицы.
2. Построить интерполяционный многочлен второй степени для функции $y=\sin(x)$ по ее значениям в точках $x_0=0$, $x_1=\pi/6$, $x_2=\pi/2$. Вычислить его значение в точке $x=\pi/4$, найти погрешность и сравнить с теоретической априорной оценкой.

3. Построить сплайн для функции $y=3^x$ на сегменте $[-1,1]$ с узлами $x_0=-1, x_1=0, x_2=1$. Вычислить с его помощью $\sqrt{3}$

4. С помощью метода трапеций вычислить $\int_0^1 (1+x)^{-2} dx$ с шагом $h=0.25$.

Найти погрешность. Дать априорную и апостериорную оценки точности

5. С помощью метода Симпсона вычислить $\int_0^1 (1+x)^{-2} dx$ с шагом $h=0.25$.

Найти погрешность. Дать априорную и апостериорную оценки точности.

6. Определить узлы и веса квадратурных формул Гаусса для $n=2$ и $n=3$.

7. Вычислить $\int_0^{\pi/2} \sin x dx$ с помощью квадратурных формул Гаусса с двумя и с тремя узлами.

8. Решить линейную алгебраическую систему 3 или 4 уравнений методом Гаусса.

9. Определить число обусловленности матрицы $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0.01 \end{pmatrix}$

10. Дана система уравнений:

$$\begin{cases} 2x + y = 4 \\ x + y = 3 \end{cases}$$

Определить для нее интервал сходимости τ метода простой итерации. Построить несколько первых итераций.

11. Для той же системы уравнений построить несколько первых итераций по методу Зейделя.

12. Для той же системы уравнений построить несколько первых итераций по методу верхней релаксации: $\omega=1.5$.

13. Для функции $y=1/(1+x)$ написать левую и центральную разностные производные в точке $x=0$ при $h=0.1$ Используя точное значение первой производной, найти погрешности аппроксимации. Сравнить их с теоретическими оценками погрешностей.

14. Для функции $y=1/(1+x)$ написать вторую разностную производную в точке $x=1$ при $h=0.1$. Используя точное значение второй производной, найти погрешность аппроксимации. Сравнить ее с теоретической оценкой погрешности.

15. Рассмотреть задачу Коши $u'+(1+x)u^2=0$, $u(0)=1$, сделать для нее 2 шага по методу Эйлера с шагом $h=0.1$ Сравнить результат с точным решением.

16. Для той же задачи Коши сделать один шаг по методу Рунге-Кутта с $h=0.1$ при $\alpha=0.5$. Сравнить результат с точным решением.

17. Для той же задачи Коши сделать один пег по методу Рунге-Кутты с $h=0.1$ при $\alpha=1$. Сравнить результат с точным решением.

Перечень типовых вопросов к экзамену для проведения промежуточной аттестации по дисциплине

1. Интерполирование полиномами. Интерполяционная формула Лагранжа.
2. Погрешность интерполяционного полинома.
3. Интерполирование с кратными узлами. Полиномы Эрмита.
4. Интерполирование сплайнами.
5. Квадратурные формулы прямоугольников, трапеций и Симпсона. Сходимость. Остаточные члены.
6. Апостериорная оценка погрешности и повышение точности квадратурных формул по результатам расчетов с разными шагами.
7. Квадратурные формулы Гаусса.
8. Решение систем линейных алгебраических уравнений методом Гаусса.
9. Решение систем линейных алгебраических уравнений с трехдиагональной матрицей методом прогонки.
10. Обусловленность систем линейных алгебраических уравнений.
11. Каноническая форма одношаговых итерационных методов. Достаточное условие сходимости.
12. Метод простой итерации.
13. Методы Зейделя и верхней релаксации.
14. Сеточные функции и сеточные нормы.
15. Разностная аппроксимация производных. Примеры разностных уравнений.
16. Разностная аппроксимация краевой задачи для линейного дифференциального уравнения второго порядка.
17. Метод Эйлера.
18. Метод Рунге-Кутты.
19. Метод Адамса.

Типовая задача для промежуточной аттестации

Для краевой задачи $u''-u=-1$, $0 \leq x \leq 1$, $u(0)=0$, $u(1)=0$ написать разностную краевую задачу с шагом $h=1/3$. Получить решения дифференциальной и разностной задачи.

10 Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

Основными видами аудиторной работы обучающихся являются лекции, практические занятия. Виды учебных занятий определяются рабочей программой дисциплины.

Лекции являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся по дисциплине «Численные методы». Они должны давать систематизированные основы научных знаний по дисциплине, концентрировать внимание студентов на наиболее сложных, проблемных вопросах, стимулировать их активную познавательную деятельность и способствовать формированию творческого мышления.

Каждая лекция должна представлять собой устное изложение лектором основных теоретических положений изучаемой дисциплины или отдельной темы как логически законченное целое и иметь конкретную целевую установку. Основным методом в лекции выступает устное изложение лектором учебного материала.

Практическим занятиям предшествует лекции и целенаправленная самостоятельная подготовка студентов, поэтому темы практических занятий и практических заданий заранее сообщаются обучающимся для того, чтобы они имели возможность подготовиться и проработать соответствующие теоретические вопросы дисциплины.

В начале каждого практического занятия преподаватель кратко доводит до обучающихся его цель и задачи и обращает внимание обучающихся на наиболее сложные вопросы, относящиеся к изучаемой теме.

После проведения любого вида занятия студентам выдаются задания на самостоятельную работу. Выдаваемые задания являются частью учебного материала, который студенты должны освоить за время изучения дисциплины.

Самостоятельная работа выполняется студентами в рабочих тетрадях (либо в конспекте), либо на отдельных листах формата А4 (по указанию преподавателя), которые не реже одного раза в две недели проверяются преподавателем.

При изучении тем дисциплины «Численные методы» обучающимся необходимо: ознакомиться с изложенным теоретическим материалом; акцентировать внимание на основных понятиях каждой конкретной темы; пройти тестирование (входной и текущий контроль); выполнить задания на самостоятельную работу; подготовиться к сдаче промежуточной аттестации в виде экзамена с использованием конспекта лекций.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.04 «Прикладная математика».

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры №16 Прикладной математики

«22» декабря 2014 года, протокол № 5.

Разработчики:

д.ф.-м.н., профессор


Береславский Э.Н.

(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчиков)

Заведующий кафедрой № 8 Прикладной математики и информатики

к.т.н., доцент


Далингер Я.М.

(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы заведующего кафедрой)

Программа согласована:

Руководитель ОПОП

к.т.н., доцент


Далингер Я.М.

(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы руководителя ОПОП)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании Учебно-методического совета Университета «21» января 2015 года, протокол № 4.

С изменениями и дополнениями от «30» августа 2017 года, протокол № 10 (в соответствии с Приказом от 5 апреля 2017 г. № 301 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры»).