МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова» (КБГУ)

ИНСТИТУТ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ

СОГЛАСОВАНО	**УТВЕРЖДАЮ**
Руководитель образовательной программы ________ **М.М. Лафишева**	**Директор института** ________ **А.Х. Шапсигов**
«12» 04 **2023г.**	«12» 04 **2023г.**

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ (ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)
«МЕТОД КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ»

02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии
(код и наименование направления подготовки)

«Проектирование систем искусственного интеллекта»
(наименование профиля подготовки)

Бакалавр
Квалификация (степень) выпускника

Очная
Форма обучения

Нальчик - 2023

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень компетенций и этапы их формирования

Результаты обучения (компетенции)	Индикаторы достижения компетенции	Освоенные показатели оценки результатов обучения	Виды оценочного материала, обеспечивающий формирование компетенций
ОПК-5. Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	**ОПК-5.1.** Применяет алгоритмы и программы, современные информационные технологии, методы и средства контроля, диагностики и управления	**ОПК-5.1.** З-1. Знает теоретические основы цифровых технологий, основы моделирования объектов профессиональной деятельности, основы анализа данных и представления информации **ОПК-5.1**. У-1. Умеет решать задачи профессиональной деятельности с использованием существующих методов моделирования, анализа данных, представления информации **ПК-5.1.** В-1. Владеет навыками использования основы системного подхода, критерии эффективной организации вычислительного процесса для постановки и решения задач организации оптимального функционирования вычислительных систем	Типовые оценочные материалы для устного опроса (п. 5.1.1); типовые оценочные материалы для контрольной работы (п. 5.1.2); типовые оценочные материалы к экзамену (п. 5.2.2.)
	ОПК-5.2. Имеет практический опыт разработки и использования алгоритмов и программ, современных информационных технологий, методов и средств контроля, диагностики и управления, пригодные в сфере своей профессиональной деятельности	**ОПК-5.2.** З-1. Знает основы программирования, современные объектно-ориентированные языки программирования, современные структурные языки программирования. **ОПК-5.2.** У-1. Умеет разрабатывать структуру баз данных ИС в соответствии с архитектурной спецификацией **ОПК-5.2.** В-1. Владеет навыками разработки алгоритмов и компьютерных программ, пригодных для практического применения	

2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Первый этап (уровень)	Второй этап (уровень)	Третий этап (уровень)
36-50 баллов	***51-60 баллов***	***61-70 баллов***
На данном уровне обучающийся запоминает и воспроизводит изученный материал. Студент: знает (запоминает и воспроизводит) употребляемые термины; знает конкретные факты; знает методы и процедуры; знает основные понятия; знает правила и принципы.	На данном этапе обучающийся понимает значение изученного материала, может преобразовать материал из одной формы выражения в другую. В качестве показателя понимания может также выступать интерпретация материала студентом (объяснение, краткое изложение) или же предположение о дальнейшем ходе явлений, событий (предсказание последствий, результатов). Обучающийся: понимает факты, правила и принципы; интерпретирует словесный материал, схемы, графики, диаграммы; преобразует словесный материал в математические выражения; предположительно описывает будущие последствия, вытекающие из имеющихся данных.	Этот уровень обозначает умение использовать изученный материал в конкретных условиях и в новых ситуациях. Сюда входят применение правил, методов, понятий, законов, принципов, теорий. Соответствующие результаты обучения требуют более высокого уровня владения материалом, чем понимание. Студент: использует понятия и принципы в новых ситуациях; применяет законы, теории в конкретных практических ситуациях; демонстрирует правильное применение метода или процедуры.

3. Критерии формирования оценок на различных этапах их формирования

Распределение баллов текущего и рубежного контроля

Вид работы	Трудоемкость часов / зачетных единиц	
	7 семестр	**Всего**
Общая трудоемкость (в часах)	**108**	**108**
Контактная работа (в часах)	**56**	**56**
Лекционные занятия (Л)	28	28
Практические занятия (ПЗ)	28	28
Семинарские занятия (СЗ)	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Самостоятельная работа (в часах), в том числе контактная работа (внеаудиторная):	**43**	**43**

Расчетно-графическое задание	-	-
Реферат (Р)	-	-
Эссе (Э)	-	-
Контрольная работа (КР)	-	-
Самостоятельное изучение разделов	43	43
Курсовой проект (КП), курсовая работа (КР)	-	-
Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	9	9
Вид промежуточной аттестации	**зачет с оценкой**	**зачет с оценкой**

Промежуточная аттестация (экзамен)

Семестр	Шкала оценивания			
	Неудовлетворительно (36-60 баллов)	**Удовлетворительно (61-80 баллов)**	**Хорошо (81-90 баллов)**	**Отлично (91-100 баллов)**
7	Студент имеет 36-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене не дал полного ответа ни на один вопрос. Студент имеет 36-45 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ только на один вопрос.	Студент имеет 36-50 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй. Студент имеет 46-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос или частично ответил на все вопросы. Студент имеет по итогам текущего и рубежного контроля 61-70 баллов на экзамене не дал полного ответа ни на один вопрос.	Студент имеет 51-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй. Студент имеет 61 – 65 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично ответил на второй. Студент имеет 66-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ только на один вопрос.	Студент имеет 61-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй.

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов освоения образовательной программы

Перечень оценочных средств

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1.	Коллоквиум	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
2.	Задача (практическое задание)	Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задача (задание) должна быть направлена на оценивание тех компетенций, которые подлежат освоению в данной дисциплине, должна содержать четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий.	Комплект задач и заданий
3.	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
4.	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий

Перечень вопросов для проведения коллоквиума
(контролируемые компетенции ОПК-5)

Вопросы для оценки компетенции «ОПК-5».

Тема 1.

1. Основные вариационные принципы для задач теории упругости.
2. Метод Ритца для оптимизации функционалов.
3. Основные вариационные принципы теории упругости.
4. Методы минимизации функционалов.

Тема 2.

1. Треугольный и тетраэдральный конечные элементы.
2. Функция формы для треугольного конечного элемента.
3. Алгоритмы автоматической дискретизации сплошной среды на конечные элементы.
4. Оптимизация нумерации узлов сетки конечных элементов.
5. Тетраэдальный конечный элемент для решения пространственных задач.

Тема 3.

1. Задачи о стационарных полях теплопроводности.

2. Задачи о стационарных полях электрического потенциала.
3. Задачи о стационарных полях течения жидкости.
4. Динамические задачи теплопроводности.

Тема 4.

1. Примеры решения задач теории упругости с подробным изложением основных этапов оптимизации функционала методом Ритца.
2. Алгоритмы нумерации узлов, снижающие количество нулей матрицы жесткости.
3. Алгоритмы разбиения области на треугольные элементы.
4. Сгущение сетки конечных элементов в зонах с сильным градиентом решения.

Критерии формирования оценок (оценивания) устного опроса

Устный опрос является одним из основных способов учёта знаний обучающегося по дисциплине «Метод конечных элементов». Развёрнутый ответ студента должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на заданную тему, показывать его умение применять определения.

В результате устного опроса знания, обучающегося оцениваются по следующей шкале:

Количество баллов	**Критерии оценивания**
5	Обучающийся - полно излагает изученный материал, знает все формулы, применяемые методы и их точность; - понимает материал, может обосновать свои суждения, применить знания при решении практических задач и лабораторных заданий для самостоятельного выполнения; - излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.
4	Обучающийся даёт ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для «5» баллов, но допускает несущественные ошибки, которые сам же исправляет, и некоторые недочёты в последовательности и оформлении излагаемого материала.
3	Обучающийся обнаруживает знание и понимание основного материала по данной теме, но: - излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий, знаний методов, их точности; - не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и применять методы; - излагает материал непоследовательно, допускает ошибки.
2	Обучающийся обнаруживает неполное незнание некоторой части раздела изучаемого материала, допускает ошибки в формулировке и формулах, при оценке точности методов.
1	Обучающийся обнаруживает незнание некоторой части раздела изучаемого материала, допускает существенные ошибки в формулировке и формулах, при оценке точности методов.
0	Обучающийся обнаруживает незнание большей части раздела изучаемого материала, допускает ошибки в формулировке и формулах, при оценке точности методов.

Баллы могут ставиться не только за единовременный ответ, но и за рассредоточенный во времени, т.е. за сумму ответов, данных студентом на протяжении занятия.

Практические задания для оценки компетенций «ОПК-5»

Перечень типовых задач для самостоятельной работы сформирован в соответствии с тематикой практических занятий по дисциплине *«Метод конечных элементов»*.

Изучить самостоятельно:

1. Применение метода конечных элементов для линейных задач механики деформируемого твердого тела.
2. Применение метода конечных элементов в механике жидкости.
3. Применение метода конечных элементов в геомеханике.
4. Применение метода конечных элементов в аэромеханике.
5. Применение метода конечных элементов в биомеханике.
6. Вариационные принципы для задач теории упругости в двумерном и трехмерном случаях.
7. Метод Ритца для оптимизации функционалов общего вида.
8. Вариационные принципы теории упругости: уравнение Коши-Ляме как уравнение типа Эйлера для функционалов теории упругости.
9. Общие методы минимизации функционалов: метод локальных вариаций, метод градиентного спуска и др.
10. Треугольный конечный элемент в двумерных задачах.
11. Функция формы для треугольного конечного элемента.
12. Тетраэдальный конечный в трехмерных задачах.
13. Функция формы для тетраэдального конечного элемента.
14. Алгоритмы автоматической дискретизации сплошной среды на конечные элементы.
15. Оптимизация нумерации узлов сетки конечных элементов.
16. Задачи о стационарных полях теплопроводности.
17. Задачи о стационарных полях электрического потенциала.
18. Задачи о стационарных полях течения жидкости.
19. Динамические задачи теплопроводности.
20. Примеры решения задач теории упругости с подробным изложением основных этапов оптимизации функционала методом Ритца.

Методические рекомендации по решению задач

Приступая к решению задач, необходимо внимательно изучить теоретический материал по темам, разобрать приводимые в теоретическом материале каждой темы примеры. При выполнении заданий используются формулы и методы, представленные по каждой теме.

Цель заданий – сформировать навык решения практических прикладных задач, навык оценки точности полученного решения и анализа поведения ошибок, что является необходимым при применении численных методов.

Критерии формирования оценок по заданиям для самостоятельной работы обучающегося (типовые задачи):

Самостоятельная работа оценивается степенью освоения вопросов для самостоятельного изучения и индивидуальным выполнением заданий к практическим занятиям.

В результате знания обучающегося оцениваются по ниже следующей шкале.

Количество баллов	**Критерии оценивания**
5	Обучающийся показал глубокие знания материала по поставленным вопросам, грамотно, логично его излагает, свободно использует необходимые формулы при решении задач.
4	Обучающийся твердо знает материал, грамотно его излагает, не допускает существенных неточностей в процессе решения задач;
3	Обучающийся имеет знания основного материала по поставленным вопросам, но не усвоил его деталей, допускает отдельные неточности при решении задач.
2	Обучающийся имеет неполное знание и понимание основного материала по поставленным вопросам, не усвоил его деталей, допускает неточности при решении задач.
1	Обучающийся обнаруживает значительнее незнание и понимание основного материала по поставленным вопросам, не усвоил его деталей, допускает существенные неточности при решении задач.
0	Обучающийся допускает грубые ошибки в ответе на поставленные вопросы и при решении задач.

Баллы могут ставиться не только за единовременный ответ, но и за рассредоточенный во времени, т.е. за сумму ответов, данных обучающимся на протяжении занятия.

Оценочные материалы для контрольной работы: контролируемая компетенция ОПК-5

Вариант №1

Используя метод конечных элементов, решить краевую задачу для обыкновенного дифференциального уравнения с шагом $h = \dfrac{b-a}{4}$:

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

Вариант №2

Используя метод конечных элементов, решить краевую задачу для обыкновенного дифференциального уравнения с шагом $h = \dfrac{b-a}{4}$:

$$y'' + y = \sin x, \quad y(0) = 0, \quad y\left(\frac{\pi}{2}\right) = 1.$$

Вариант №3

Используя метод конечных элементов, решить краевую задачу для обыкновенного дифференциального уравнения с шагом $h = \dfrac{b-a}{4}$:

$$y'' + 4y' + 4y = 8, \quad y(-1) = 0, \quad y(1) = 0.$$

Вариант №4

Используя метод конечных элементов, решить краевую задачу для обыкновенного дифференциального уравнения с шагом $h = \dfrac{b-a}{4}$:

$$y'' + 3y' + y = 1, \quad y(0) = 0, \quad y(1) = 1.$$

Вариант №5

Используя метод конечных элементов, решить краевую задачу для обыкновенного дифференциального уравнения с шагом $h = \dfrac{b-a}{4}$:

$$y'' - 2xy' + 2y = x^2 - 1, \quad y(0) = 0, \quad y(1) = 2 .$$

Критерии формирования оценок по контрольным работам:

7 баллов - ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов; обучающийся демонстрирует знание теоретического и практического материала по теме практической работы, решено 100% задач;

6 баллов – ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов. Обучающийся демонстрирует знание теоретического и практического материала по теме практической работы, допуская незначительные неточности при решении задач, решено 70% задач;

5 баллов – ставится за работу, если бакалавр правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой. Обучающийся затрудняется с правильной оценкой предложенной задачи, дает неполный ответ, решено 55% задач

менее *4 баллов* – ставится за работу, если число ошибок и недочетов превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее 2/3 всей работы. Обучающийся дает неверную оценку ситуации, решено менее 50 % задач.

Типовые тестовые задания по дисциплине «Метод конечных элементов» (контролируемые компетенции ОПК-5)

V1: Основы численной реализации метода конечных элементов

I:
S: Граница области при использовании МКЭ должна быть
+: любой формы
-: обязательно гладкой
-: только прямолинейной
-: только криволинейной

I:
S: Размеры конечных элементов
+: можно варьировать произвольно
-: нельзя менять
-: варьировать только вблизи границы
-: варьировать только внутри области

I:
S: МКЭ позволяет решать задачи
+: любые задачи
-: только с гладкой границей
-: только с разрывными граничными условиями
-: только смешанные задачи

I:

S: Программы МКЭ позволяют решать
+: любую частную задачу в рамках модели
-: только частные задачи
-: любой класс задач вне данной модели
-: частные задачи вне данной модели

I:
S: Недостатком МКЭ являются
+: необходимость составления сложных программ для мощных ЭВМ
-: необходимость программирования на языке
-: необходимость создания модели
-: необходимость разбиения области на элементы

I:
S: Использование ЭВМ в МКЭ требует
+: большой памяти и быстродействия
-: небольших ресурсов памяти
-: небольшого быстродействия
-: небольшой мощности по быстродействию, но большой памяти

I: -
S: Создателями МКЭ считают
+: Тернера
-: Сегерлинда
-: Зенкевича
-: Михлина

I:
S: МКЭ появился в
+: 1950
-: 1900
-: 2000
-: 1905

I:
S: МКЭ – метод минимизации
+: функционала
-: функции
-: значения производной
-: невязок

I:
S: Для разбиения двумерной области используются элементы
+: треугольные
-: тетраэдальные
-: пирамидальные
-: кубические

I:
S: Значение переменной во внутренних узлах сетки считается
+: неизвестной
-: заданной

-: не зависящей от граничных условий
-: зависящей только от способа разбиения

I:
S: Минимальное число узлов при разбиении двумерной области на элементы равно
+: трем
-: четырем
-: двум
-: пяти

I:
S: Свойства материалов смежных элементов должны быть
+: не обязательно одинаковыми
-: одинаковыми
-: обязательно разными
-: обязательно разрывными

I:
S: Одномерный конечный элемент имеет
+: хотя бы два узла
-: один узел
-: только два узла
-: хотя бы три узла

I:
S: Одномерный конечный элемент может быть
+: только прямолинейным
-: только квадратичным
-: только криволинейным
-: произвольной формы

I:
S: Двумерный элемент может быть
+: любой формы
-: только треугольным
-: только четырехугольным
-: только треугольным с тремя узлами

I:
S: Трехмерные элементы могут быть
+: любой пространственной формы
-: только в виде параллелепипеда
-: только в виде тетраэдра
-: только осесимметричными

I:
S: Нумерация узлов элементов
+: влияет на число нулей этой матрицы
-: не влияет на глобальную матрицу жесткости
-: нарушает симметрию матрицы
-: увеличивает размер матрицы

I:
S: Ширина полосы матрицы жесткости зависит от
+: нумерации узлов сетки
-: размеров элементов
-: функции формы элементов
-: граничных условий

I:
S: Ширина полосы матрицы
+: зависит от перечисленных величин одновременно
-: не зависит от степени свободы
-: не зависит от разности номеров соседних узлов
-: ни от чего не зависит

I:
S: Даны координаты треугольного элемента с вершинами A(0;0), B(0;2), C(4;0), тогда его площадь равна
+: 4
-: 2
-: 8
-: 6

I:
S: Даны координаты вершин треугольного элемента A(1;1), B(-1;1), C(0;0). Тогда его площадь равна
+: 1
-: 2
-: 3
-: 0

I:
S: Даны координаты вершин треугольного элемента A(4;2), B(-1;2), C(0;0). Тогда его площадь равна
+: 5
-: 6
-: 7
-: 8

I:
S: Даны координаты вершин тетраэдального элемента A(1,0,0), B(0,4,0), C(0,-4,3), D(0,0,6). Тогда его объем равен
+: 8
-: 12
-: 6
-: 10

I:
S: Даны координаты вершин тетраэдального элемента A(4,0,0), B(-4,0,0), C(0,8,0), D(0,0,3). Тогда его объем равен
+: 40
-: 18
-: 30

-: 32

I:
S: Даны координаты вершин тетраэдального элемента A(0,0,9), B(0,10,0), C(2,0,0), D(0,0,0). Тогда его объем равен
+: 42
-: 30
-: 32
-: 40

I:
S: Пусть Q – число степеней свободы (число неизвестных в узле), R –максимальная разность номеров двух соседних узлов, B - ширина полосы ленточной матрицы, тогда значение B равно при Q=2, R=100
+: 202
-: 200
-: 220
-: 180

I: -
S: Пусть Q – число степеней свободы (число неизвестных в узле), R –максимальная разность номеров двух соседних узлов, B - ширина полосы ленточной матрицы, тогда значение R равно при B=100, Q=2
+: 49
-: 50
-: 51
-: 32

I:
S: Пусть Q – число степеней свободы (число неизвестных в узле), R –максимальная разность номеров двух соседних узлов, B - ширина полосы ленточной матрицы, тогда значение Q равно при B=200, R=99
+: 2
-: 3
-: 1
-: 10

I:
S: Пусть Q – число степеней свободы (число неизвестных в узле), R –максимальная разность номеров двух соседних узлов, B - ширина полосы ленточной матрицы, тогда значение B/Q равно при R=19
+: 20
-: 2
-: 4
-: 5

I:
S: Функция формы для одномерного линейного элемента имеет вид
+: $\varphi = \alpha_1 + \alpha_2 x$
-: $\varphi = \alpha_1 + \alpha_2 x^2$
-: $\varphi = \alpha_1 + \alpha_2$

-: $\varphi = \alpha x^3$

I: -
S: Функция формы для треугольного элемента с тремя узлами имеет вид
+: $\varphi = \alpha_1 + \alpha_2 x + \alpha_3 y$
-: $\varphi = \alpha_1 + \alpha_2 x^2 + \alpha_3 xy$
-: $\varphi = \alpha_1 + \alpha_2 x + \alpha_3 y^2$
-: $\varphi = \alpha_1 x + \alpha_2 y + \alpha_3 xy$

I:
S: Функция формы для трехмерного элемента с четырьмя узлами имеет вид
+: $\varphi = \alpha_1 + \alpha_2 x + \alpha_3 y + \alpha_4 z$
-: $\varphi = \alpha_1 + \alpha_2 x^2 + \alpha_3 y^2 + \alpha_4 z^2$
-: $\varphi = \alpha_1 + \alpha_2 xy + \alpha_3 xz + \alpha_4 yz$
-: $\varphi = \alpha_1 + \alpha_2 x^2 y^2 + \alpha_3 x^2 z^2 + \alpha_4 y^2 z^2$

I:
S: Координаты одномерного симплекс элемента a, b. Задана функция формы $\varphi(x)$. Тогда $S = \int_a^b \varphi(x)dx \approx (b-a)\cdot\varphi\left(\frac{a+b}{2}\right)$. Значение S при $a = 1, b = 2, \varphi(x) = x$ равно
+: 3/2
-: 3
-: 1
-: 2

I:
S: Координаты треугольного симплекс элемента равны: (0;0), (a;0), (0,b). Задана функция формы $\varphi(x)$. Тогда $S = \int_\Delta \varphi(x,y)dxdy \approx \varphi(\bar{x},\bar{y})\cdot S_\Delta$, где S_Δ - площадь треугольника конечного элемента, $\bar{x}, \bar{y}$ - центр тяжести вершин треугольника. Значение S при $a = 2, b = 4, \varphi(x,y) = 3(x+y)$ равно
+: 24
-: 22
-: 20
-: 12

V1: Полуширина матрицы жесткости при решении двумерных задач теории
I:
S: Полуширина ленточной матрицы жестокости, если максимальная разность двух соседних узлов k=20, составляет:
+: 42
-: 40
-: 50
-: 51

I:
S: Полуширина ленточной матрицы жестокости, если максимальная разность двух соседних узлов k=10, составляет:

+: 22
-: 41
-: 40
-: 51

I:
S: Полуширина ленточной матрицы жестокости, если максимальная разность двух соседних узлов k=30, составляет:
+: 62
-: 41
-: 60
-: 600

I:
S: Полуширина ленточной матрицы жестокости, если максимальная разность двух соседних узлов k=40, составляет:
+: 82
-: 80
-: 90
-: 91

I:
S: Полуширина ленточной матрицы жестокости, если максимальная разность двух соседних узлов k=50, составляет:
+: 102
-: 51
-: 100
-: 10

I:
S: Полуширина ленточной матрицы жестокости, если максимальная разность двух соседних узлов k=60, составляет:
+: 122
-: 60
-: 120
-: 124

I:
S: Полуширина ленточной матрицы жестокости, если максимальная разность двух соседних узлов k=70, составляет:
+: 142
-: 141
-: 100
-: 70

I:
S: Полуширина ленточной матрицы жестокости, если максимальная разность двух соседних узлов k=80, составляет:
+: 162
-: 160
-: 100
-: 81

I:
S: Полуширина ленточной матрицы жестокости, если максимальная разность двух соседних узлов k=90, составляет:
+: 182
-: 91
-: 92
-: 101

I:
S: Полуширина ленточной матрицы жестокости, если максимальная разность двух соседних узлов k=100, составляет:
+: 202
-: 200
-: 400
-: 401

I:
S: Полуширина ленточной матрицы жестокости, если максимальная разность двух соседних узлов k=110, составляет:
+: 222
-: 200
-: 220
-: 111

I:
S: Полуширина ленточной матрицы жестокости, если максимальная разность двух соседних узлов k=120, составляет:
+: 242
-: 111
-: 221
-: 250

V1: Число операций при использовании итерационного метода для решения СЛАУ
I:
S: Число операций для решения СЛАУ итерационным методом, если m=10, n=100 составляет
+: 100000
-: 3000
-: 4000
-: 1000000

I:
S: Число операций для решения СЛАУ итерационным методом, если m=100, n=1 составляет
+: 100
-: 10
-: 1000
-: 2000

I:
S: Число операций для решения СЛАУ итерационным методом, если m=20, n=200 составляет

+: 800000
-: 10000
-: 2000
-: 4000

I:
S: Число операций для решения СЛАУ итерационным методом, если m=10, n=4 составляет
+: 160
-: 320
-: 1000
-: 10

I:
S: Число операций для решения СЛАУ итерационным методом, если m=10, n=10 составляет
+: 1000
-: 320
-: 100
-: 10000

I:
S: Число операций для решения СЛАУ итерационным методом, если m=100, n=100 составляет
+: 1000000
-: 10000
-: 1000
-: 200

I:
S: Число операций для решения СЛАУ итерационным методом, если m=10, n=8 составляет
+: 640
-: 64
-: 1000
-: 18

I:
S: Число операций для решения СЛАУ итерационным методом, если m=100, n=8 составляет
+: 6400
-: 64
-: 108
-: 800

I:
S: Число операций для решения СЛАУ итерационным методом, если m=20, n=20 составляет
+: 8000
-: 800
-: 40
-: 220

I:
S: Число операций для решения СЛАУ итерационным методом, если m=20, n=10 составляет
+: 2000
-: 200

-: 30
-: 220

I:
S: Число операций для решения СЛАУ итерационным методом, если m=20, n=30 составляет
+: 18000
-: 1800
-: 200
-: 50

I:
S: Число операций для решения СЛАУ итерационным методом, если m=10, n=20 составляет
+: 4000
-: 400
-: 30
-: 200

V1: Число операций при решении СЛАУ методом Крамера
I:
S: Число операции при решении СЛАУ методом Крамера при n=6 составляет:
+: 720
-: 10000
-: 1 m*n
-: 4000

I:
S: Число операции при решении СЛАУ методом Крамера при n=2 составляет:
+: 2
-: 100
-: 8
-: m*n

I:
S: Число операции при решении СЛАУ методом Крамера при n=3 составляет:
+: 6
-: 2
-: 8
-: 15

I:
S: Число операции при решении СЛАУ методом Крамера при n=4 составляет:
+: 24
-: 1000
-: 2400
-: 16

I:
S: Число операции при решении СЛАУ методом Крамера при n=5 составляет:
+: 120
-: 240
-: 25
-: 1000

I:
S: Число операции при решении СЛАУ методом Крамера при n=7 составляет:
+: 840
-: 800
-: 2
-: 100

I:
S: Число операции при решении СЛАУ методом Крамера при n=8 составляет:
+: 6720
-: 6700
-: 2000
-: 6400

I:
S: Число операции при решении СЛАУ методом Крамера при n=8 составляет:
+: 60480
-: 60400
-: 6700
-: 900

I:
S: Число операции при решении СЛАУ методом Крамера при n=8 составляет:
+: 604800
-: 670000
-: 1000
-: 10000

V1: Число операций при решении систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) методом Гаусса
I: -
S: Число операций для решения системы методом Гаусса n=30 уравнений составляет:
+: 27000
-: 8000
-: 1000
-: 9000
I: -
S: Число операций для решения системы методом Гаусса n=10 уравнений составляет:
+: 1000
-: 9000
-: 8000
-: 7000
I: -
S: Число операций для решения системы методом Гаусса n=40 уравнений составляет:
+: 10000
-: 16000
-: 64000
-: 27000
I: -
S: Число операций для решения системы методом Гаусса n=50 уравнений составляет:
+: 125000

-: 100000
-: 75000
-: 25000
I: -
S: Число операций для решения системы методом Гаусса n=15 уравнений составляет:
+: 3375
-: 3255
-: 3370
-: 3300
I: -
S: Число операций для решения системы методом Гаусса n=25 уравнений составляет:
+: 15625
-: 25000
-: 3375
-: 15600
I: -
S: Число операций для решения системы методом Гаусса n=5 уравнений составляет:
+: 125
-: 75
-: 225
-: 25
I: -
S: Число операций для решения системы методом Гаусса n=100 уравнений составляет:
+: 100000
-: 25000
-: 10000
-: 1000
I: -
S: Число операций для решения системы методом Гаусса n=35 уравнений составляет:
+: 42875
-: 42800
-: 42870
-: 3000
I: -
S: Число операций для решения системы методом Гаусса n=7 уравнений составляет:
+: 343
-: 571
-: 560
-: 490
I: -
S: Число операций для решения системы методом Гаусса n=8 уравнений составляет:
+: 512
-: 343
-: 42875
-: 125
I: -
S: Число операций для решения системы методом Гаусса n=9 уравнений составляет:
+: 729
-: 125
-: 512
-: 343

V1: Элементы вариационного исчисления

I:

S: Уравнением Эйлера для функционала $\Phi(u)=\int_a^b\left(\frac{u_x^2}{2}-fu^3\right)dx$ является уравнение:

+: $u_{xx}+3fu^2=0$

-: $u_{xx}+3fu^3=0$

-: $u_{xx}+fu^2=0$

-: $u_{xx}-3fu^2=0$

I:

S: Уравнением Эйлера для функционала $\Phi(u)=\int_a^b\left(\frac{u_x^2}{2}-fu^2\right)dx$ является уравнение:

+: $u_{xx}+2fu=0$

-: $u_{xx}+f=0$

-: $u_{xx}-f=0$

-: $u_{xx}-2f=0$

I:

S: Уравнением Эйлера для функционала $\Phi(u)=\int_a^b\left(\frac{u_x^3}{3}-fu^4\right)dx$ является уравнение:

+: $u_{xx}^2+4fu^3=0$

-: $u_{xx}-4fu=0$

-: $u_{xx}-4fu^3=0$

-: $u_{xx}-f=0$

I:

S: Уравнением Эйлера для функционала $\Phi(u)=\int_a^b\left(\frac{u_x^2}{2}-2fu^2\right)dx$ является уравнение:

+: $u_{xx}+4fu=0$

-: $u_{xx}-f=0$

-: $u_{xx}+4fu^2=0$

-: $u_{xx}-4fu^2=0$

I:

S: Уравнением Эйлера для функционала $\Phi(u)=\int_a^b\left(\frac{u_x^4}{4}-4fu^4\right)dx$ является уравнение:

+: $u_{xx}^3+16fu^3=0$

-: $u_{xx}+16fu^2=0$

-: $u_{xx}^3+fu^3=0$

-: $u_{xx}^3-16fu^3=0$

I:

S: Уравнением Эйлера для функционала $\Phi(u) = \int\limits_a^b \left(\frac{u_x^5}{5} - 5fu^5 \right) dx$ является уравнение:

+: $u_{xx}^4 + 25fu^4 = 0$

-: $u_{xx} + 5fu^4 = 0$

-: $u_{xx}^4 + 25fu^5 = 0$

-: $u_{xx}^4 - 25fu^4 = 0$

I:

S: Уравнением Эйлера для функционала $\Phi(u) = \int\limits_a^b \left(\frac{u_x^6}{6} - 6fu^6 \right) dx$ является уравнение:

+: $u_{xx}^5 + 36fu^5 = 0$

-: $u_{xx} + 36fu^5 = 0$

-: $u_{xx} - 36fu^5 = 0$

-: $u_{xx}^5 - 6fu^6 = 0$

I:

S: Уравнением Эйлера для функционала $\Phi(u) = \int\limits_a^b \left(\frac{u_x^2}{2} - 5fu^2 \right) dx$ является уравнение:

+: $u_{xx} + 10\, fu = 0$

-: $u_{xx} - 10\, fu = 0$

-: $u_{xx} - 5fu^2 = 0$

-: $u_{xx} + 5fu^2 = 0$

I:

S: Уравнением Эйлера для функционала $\Phi(u) = \int\limits_a^b \left(\frac{u_x^2}{2} - 6fu^2 \right) dx$ является уравнение:

+: $u_{xx} + 12\, fu = 0$

-: $u_{xx} - 12\, fu = 0$

-: $u_{xx} - 6fu^2 = 0$

-: $u_{xx} - 12fu^2 = 0$

I:

S: Уравнением Эйлера для функционала $\Phi(u) = \int\limits_a^b \left(\frac{u_x^2}{2} - 10fu^2 \right) dx$ является уравнение:

+: $u_{xx} + 20\, fu = 0$

-: $u_{xx} - 10\, fu = 0$

-: $u_{xx} - 20\, fu = 0$

-: $u_{xx} + 10\, fu = 0$

I:

S: Уравнением Эйлера для функционала $\Phi(u)=\int_a^b\left(\frac{u_x^2}{2}-7fu^2\right)dx$ является уравнение:

+: $u_{xx}+14fu=0$

-: $u_{xx}-14fu=0$

-: $u_{xx}-7fu=0$

-: $u_{xx}+7fu=0$

I:

S: Уравнением Эйлера для функционала $\Phi(u)=\int_a^b\left(\frac{u_x^2}{2}-8fu^2\right)dx$ является уравнение:

+: $u_{xx}+16fu=0$

-: $u_{xx}-16fu=0$

-: $u_{xx}-8fu=0$

-: $u_{xx}+8fu=0$

V1: Вычисление интеграла методом средних прямоугольников

I:

S: Интеграл $S=\int_0^1 e^{2x}dx$ вычисленный методом средних прямоугольников, при разбиении на $n=2$ элемент равен:

+: $\frac{e^{1/2}+e^{3/2}}{2}$

-: $\frac{e^{1/4}+e^{3/4}}{2}$

-: $\frac{e^{1/2}+e^{0}}{2}$

-: $\frac{e^{0}+e^{3/4}}{2}$

I:

S: Интеграл $S=\int_0^2 e^{3x}dx$ вычисленный методом средних прямоугольников, при разбиении на $n=2$ элемент равен:

+: $e^{1/4}+e^{3/2}$

-: $\frac{e^{0}+e^{3/2}}{2}$

-: $e^{1/2}+e^{0}$

-: $e^{1/4}+e^{0}$

I:

S: Интеграл $S=\int_0^1 e^{x^2}dx$ вычисленный методом средних прямоугольников, при разбиении на $n=2$ элемент равен:

+: $\dfrac{e^{1/16}+e^{9/16}}{2}$

-: $\dfrac{e^{0}+e^{3/4}}{2}$

-: $\dfrac{e^{0}+e^{1/6}}{2}$

-: $\dfrac{e^{0}+e^{9/16}}{2}$

I:

S: Интеграл $S=\int_0^1 e^{2x^2}dx$ вычисленный методом средних прямоугольников, при разбиении на $n=2$ элемент равен:

+: $\dfrac{e^{1/8}+e^{9/8}}{2}$

-: $e^{8/9}+e^{3/4}$

-: $\dfrac{e^{1/8}+e^{0}}{2}$

-: $\dfrac{e^{1/8}+e^{1/2}}{2}$

I:

S: Интеграл $S=\int_0^1 \dfrac{e^{x}}{2}dx$ вычисленный методом средних прямоугольников, при разбиении на $n=2$ элемент равен:

+: $\dfrac{e^{1/4}+e^{3/4}}{4}$

-: $\dfrac{e^{1/8}+e^{3/4}}{2}$

-: $\dfrac{e^{1/4}+e^{0}}{4}$

-: $\dfrac{e^{1/4}+e^{0}}{2}$

I:

S: Интеграл $S=\int_0^1 \dfrac{e^{2x}}{2}dx$ вычисленный методом средних прямоугольников, при разбиении на $n=2$ элемент равен:

+: $\dfrac{e^{1/2}+e^{.3/2}}{4}$

-: $\dfrac{e^{0}+e^{.1/2}}{2}$

-: $\dfrac{e^{1/2}+e^{.0}}{4}$

-: $\dfrac{e^{3/2}+e^{9/8}}{4}$

I:

S: Интеграл $S=\int\limits_1^2 x^2dx$ вычисленный методом средних прямоугольников, при разбиении на $n=2$ элемент равен:

+: $\dfrac{37}{4}$

-: $\dfrac{74}{8}$

-: $\dfrac{74}{4}$

-: $\dfrac{25}{16}$

I:

S: Интеграл $S=\int\limits_1^4 \dfrac{x}{2}dx$ вычисленный методом средних прямоугольников, при разбиении на $n=2$ элемент равен:

+: $-\dfrac{15}{4}$

-: $\dfrac{15}{4}$

-: $\dfrac{15}{2}$

-: $-\dfrac{15}{2}$

I:

S: Интеграл $S=\int\limits_1^4 xdx$ вычисленный методом средних прямоугольников, при разбиении на $n=2$ элемент равен:

+: $\dfrac{15}{2}$

-: $-\dfrac{15}{4}$

-: $\dfrac{15}{4}$

-: 0

V1: Вычисление интеграла методом трапеций

I:

S: Интеграл $S=\int_1^2 \cos x dx$, вычисленный методом трапеции при разбиении на $n=1$ элемент равен:

+: $\dfrac{\cos 1+\cos 2}{2}$

-: $\cos 1+\cos 2$

-: $\dfrac{\cos 1-\cos 2}{2}$

-: $\dfrac{\cos 1+2\cos 2}{2}$

I:

S: Интеграл $S=\int_0^1 \sin x dx$, вычисленный методом трапеции при разбиении на $n=2$ элемент равен:

+: $\dfrac{\dfrac{\sin 0+\sin 1}{2}+\sin\dfrac{1}{2}}{2}$

-: $\sin 0-\sin 1+\sin\dfrac{1}{2}$

-: $\sin 2+\sin\dfrac{1}{2}$

-: $\dfrac{\sin 0+\sin 1}{2}+\sin\dfrac{1}{2}$

I:

S: Интеграл $S=\int_0^1 \operatorname{tg} x dx$, вычисленный методом трапеции при разбиении на $n=1$ элемент равен:

+: $\dfrac{tg0+tg1}{2}$

-: $\dfrac{tg1-tg2}{2}$

-: $tg0-tg1$

-: $\dfrac{2tg1-tg2}{2}$

I:

S: Интеграл $S=\int_1^2 \operatorname{ctg} x dx$, вычисленный методом трапеции при разбиении на $n=2$ элемент равен:

+: $\dfrac{ctg1+ctg2+2ctg\dfrac{3}{2}}{4}$

-: $\dfrac{ctg1-ctg2}{4}$

-: $\frac{ctg1-tg2}{4}+ctg1$

-: $\frac{ctg1+ctg\frac{3}{2}}{2}$

I: -

S: Интеграл $S=\int_0^1(\cos x+\sin x)dx$, вычисленный методом трапеции при разбиении на $n=1$ элемент равен:

+: $\frac{\cos 2+\cos 1}{2}+\frac{\sin 1+\sin 2}{2}$

-: $\frac{\sin 1-\cos 2}{2}$

-: $\sin 0-\sin 1+\cos 0-\cos 1$

-: $\frac{\cos 2+\sin 1}{2}+\frac{\sin 1+\cos 2}{2}$

I:

S: Интеграл $S=\int_0^1(\cos x\sin x)dx$, вычисленный методом трапеции при разбиении на $n=1$ элемент равен:

+: $\frac{\cos 0\sin 0+\cos 1\sin 1}{2}$

-: $\frac{\sin 1-\cos 2}{2}$

-: $\frac{\cos 2\cos 1}{2}+\frac{\sin 1\sin 2}{2}$

-: $\cos 0\sin 0+\cos 1\sin 1$

I:

S:

Интеграл $S=\int_0^1 chxdx$, вычисленный методом трапеции при разбиении на $n=1$ элемент равен:

+: $\frac{ch0+ch1}{2}$

-: $\frac{ch1-ch2}{2}$

-: $ch0-ch1$

-: $\frac{2ch1-ch2}{2}$

I:

S: Интеграл $S=\int_1^2 shxdx$, вычисленный методом трапеции при разбиении на $n=2$ элемент равен:

+: $\dfrac{sh1 + sh2 + 2sh\frac{3}{2}}{4}$

-: $\dfrac{sh1 - sh2}{4}$

-: $\dfrac{sh1 - sh2}{2}$

-: $\dfrac{sh1 + sh\frac{3}{2}}{2}$

Критерии формирования оценок по тестовым заданиям:

По итогам выполнения тестовых заданий оценка производится по пятибалльной шкале. При правильных ответах на:

89-100% заданий – «5» (баллов);

70-88% заданий – «4» баллов);

50-69% заданий – «3» (балла);

30-49% заданий – «2» (балла);

10-29% заданий – «1» (балл);

менее 10% заданий – «0» (баллов).

Полный перечень вопросов, выносимых на экзамен (контролируемая компетенция ОПК-5)

№	Вопрос	Код компетенции
1	МКЭ. История создания. Области применения. Понятие конечного элемента	ОПК-5
2	Четыре этапа алгоритма работы МКЭ: выделение конечного элемента (КЭ), построение аппроксимирующей функции элемента, объединение КЭ в ансамбль, нахождение узловых значений функции.	ОПК-5
3	Выделение КЭ: разбиение области на КЭ, нумерация узлов КЭ, информация о способе разбиения области на КЭ	ОПК-5
4	Типы КЭ: одномерные, двумерные, трехмерные. Виды аппроксимирующей функции: линейные, квадратичные, кубические и др	ОПК-5
5	Представление аппроксимирующей функции в виде скалярного произведения вектора функций формы и вектора узловых значений функции	ОПК-5
6	Функции формы КЭ и их свойства	ОПК-5
7	Применение метода минимизации функционала и метода Галеркина при нахождении вектора узловых значений функции	ОПК-5
8	Температурное поле. Температурный градиент. Тепловой поток. Гипотеза Фурье	ОПК-5
9	Коэффициент теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности для процессов теплопроводности	ОПК-5

10	Применение МКЭ для нахождения стационарного и нестационарного температурных полей одномерного стержня. Вид функционала для минимизации в стационарном и нестационарном случае	ОПК-5
11	Применение МКЭ для нахождения напряженно-деформированного состояния стержня при кручении. Вид функционала для минимизации	ОПК-5
12	Двумерное уравнение Лапласа в задачах электростатики. Граничные условия Дирихле и Неймана	ОПК-5
13	Применение МКЭ при решении задачи о распределении электрического потенциала в пространстве между проводниками коаксиальной линии передач	ОПК-5
14	Двумерное уравнение Пуассона в задачах магнитостатики. Граничные условия Дирихле и Неймана	ОПК-5
15	Применение МКЭ при решении задачи о распределении скалярного магнитного потенциала	ОПК-5
16	Препроцессор, процессор, постпроцессор и их функции. Способы организации программного обеспечения для МКЭ. Особенности построения многодисциплинарных программ	ОПК-5
17	Современный рынок программных продуктов на основе МКЭ	ОПК-5
18	Численные методы решения систем линейных и нелинейных уравнений	ОПК-5
19	Численные методы вычисления определенных интегралов	ОПК-5
20	Численные методы решения систем линейных дифференциальных уравнений	ОПК-5
21	Плоские стационарные задачи теплопроводности в линейной и нелинейной постановках	ОПК-5
22	Источники поля, граничные условия и вычисляемые физические величины в задачах температурного поля системы ELCUT	ОПК-5
23	Задачи теории упругости в постановках плоских напряжений, плоских деформаций и осесимметричного напряженного состояния с изотропными или ортотропными свойствами материалов	ОПК-5