МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Самарский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе

_____
(подпись, ФИО)
«____»_____20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Численные методы решения краевых задач

УГСН	01.00.00 Математика и механика
Направление подготовки (специальность)	01.03.02 Прикладная математика и информатика
Квалификация	*Бакалавр*
Форма обучения	*Очная*
Год начала подготовки	*2025*
Объем дисциплины, ч. / з.е. / недели	*144/4/3*
Образовательные технологии	*Традиционные*
Форма контроля (промежуточная аттестация)	*Семестр 1: Экзамен*
Подразделение – разработчик	*Кафедра "Прикладная математика и информатика"*

Самара 2025

Численные методы решения краевых задач

Разработчик

Разработчик РПМ
Радченко Владимир Павлович
Руководитель подразделения
Радченко Владимир Павлович

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по модулю, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы 3

2. Место модуля в структуре образовательной программы 3

3. Объем модуля в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся 4

4. Содержание модуля, структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий 5

4.1. Содержание лекционных занятий 6

4.2. Содержание лабораторных занятия 7

4.3. Содержание практических занятий 8

4.4. Содержание самостоятельной работы 9

5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по модулю 9

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем 10

7. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по модулю 10

ПРИЛОЖЕНИЕ 11

Фонд оценочных средств 11

1. Перечень планируемых результатов обучения по модулю, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Таблица 1

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть)
Профессиональные компетенции			
-	ПК-1 Способен к комплексному исследованию научных и технических проблем с применением современных технологий математического моделирования и вычислительного эксперимента	ПК-1.2 Знает цели и задачи проводимых исследований и разработок; методы анализа и обобщения отечественного и международного опыта; методы и средства планирования и организации исследований и разработок; методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации в области прикладной математики и информатики	Знать цели и задачи проводимых исследований и разработок; методы анализа и обобщения отечественного и международного опыта; методы и средства планирования и организации исследований и разработок; методы проведения экспериментов и наблюдений. Уметь исследовать научные и технические проблемы с применением современных технологий математического моделирования и вычислительного эксперимента.
		ПК-1.4 Умеет исследовать научные и технические проблемы с применением современных технологий математического моделирования и вычислительного эксперимента систематизировать результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ; применять методы анализа научно-технической информации	Владеть методами исследования научных и технических проблем с применением современных технологий и методов математического моделирования; навыками применения наукоемких технологий и основами математического моделирования в области прикладной математики и информатики. Уметь применять нормативную документацию в соответствующей области знаний; систематизировать результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ; применять методы анализа научно-технической информации.
-	ПК-2 Способен сформулировать задачу профессиональной деятельности в области прикладной математики и информатики, формализовав ее на основе знаний математического аппарата и естественнонаучных дисциплин	ПК-2.1 Знает арсенал и области применения современных научных методов и информационных технологий, необходимых для решения задач имеющих естественно-научное содержание и возникающих при выполнении профессиональных функций	Знать арсенал и области применения современных научных методов и информационных технологий необходимых для решения задач, имеющих естественнонаучное содержание и возникающих при выполнении профессиональных функций.
		ПК-2.2 Умеет описывать проблемы и ситуации профессиональной деятельности на основе	Уметь на основе анализа и сравнения выбрать и применить математический метод для решения поставленной задачи в области прикладной математики и информатики.

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть)
		знаний математического аппарата и естественнонаучных дисциплин и формулировать задачу профессиональной деятельности в области прикладной математики и информатики и естественнонаучных дисциплин	
		ПК-2.4 Умеет разработать и реализовать в виде программного модуля алгоритм решения поставленной задачи на основе математической модели, осуществлять поиск и обработку информации в области прикладной математики и информатики, используя информационно-компьютерные системы	Уметь ставить цели и формулировать задачи, связанные с реализацией профессиональных функций, использовать для их решения знания и методы математического аппарата и естественнонаучных дисциплин.
-	ПК-5 Способен обрабатывать, анализировать данные и делать выводы, используя соответствующий математический аппарат и современные прикладные программные средства	ПК-5.3 Знает основные термины, понятия и особенности подходов, используемые при анализе данных, методы первичной обработки и анализа данных, типовые постановки задач обработки информации при решении прикладных задач	Знать методические подходы к проведению статистических расчетов и анализу, актуальные научные публикации по статистике, в том числе зарубежные. Уметь формализовывать задачи прикладной области, при решении которых возникает необходимость использования количественных и качественных оценок.

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть)
		ПК-5.5 Умеет формализовывать задачи прикладной области, при решении которых возникает необходимоть использования количественных и качественных оценок, производить статистические расчеты с применением соответствующих математических методов и информационных технологий, а также последующую аналитическую работу с полученными данными	Уметь применять методы и приемы формализации научных проблем по тематике проводимых исследований, при решении которых возникает необходимость использования количественных и качественных оценок.
-	ПК-6 Способен к разработке и применению алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программного обеспечения	ПК-6.2 Знает основы программирования, современные объектно-ориентированные языки программирования, современные структурные языки программирования	Знать основы программирования, современные объектноориентированные языки программирования, современные структурные языки программирования.

2. Место модуля в структуре образовательной программы

Модуль входит в Вариативную часть.

Входные требования:

Предшествующие осваиваемые модули: Математические модели механики сплошных сред, Многопользовательские базы данных, Математические модели в задачах управления, Теория игр и исследование операций, Бизнес-планирование; *Последующие осваиваемые модули:* Многопользовательские базы данных.

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

Таблица 3

Вид учебной работы	Всего часов	В том числе часов в электронной форме	В том числе часов в форме практической подготовки	Семестр 1 часов/часов в электронной форме/в форме практической подготовки
Аудиторная контактная работа (всего), в том числе:	**84**	**0**	**2**	**84**
лекционные занятия (ЛЗ)	36	0	0	36
лабораторные работы (ЛР)	48	0	2	48
практические занятия (ПЗ)	0	0	0	0
Внеаудиторная	**4**	**0**	**0**	**4**

Вид учебной работы	Всего часов	В том числе часов в электронной форме	В том числе часов в форме практической подготовки	Семестр 1 часов/часов в электронной форме/в форме практической подготовки
контактная работа, КСР				
Самостоятельная работа (всего), в том числе:	**56**	**0**	**0**	**56**
Подготовка к экзамену	*12*	*0*	*0*	*12*
Подготовка к лекциям	*20*	*0*	*0*	*20*
Подготовка к лабораторным работам	*24*	*0*	*0*	*24*
ИТОГО: час.	**144**	**0**	**2**	**144**
ИТОГО: з.е.	**4.0**	**0.0**	**0.1**	**4.0**

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

Таблица 4

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы				
		ЛЗ	**ЛР**	**ПЗ**	**СРС**	**Всего часов**
1.	Вариационные методы решения краевых задач.	8	6	0	9	23
2.	Методы решения одномерных краевых задач.	4	6	0	9	19
3.	Сеточные методы решения краевых задач.	8	12	0	12	32
4.	Погрешность сходимость и устойчивость разностных методов решения дифференциальных уравнений.	8	6	0	10	24
5.	Метод конечных элементов (МКЭ).	8	18	0	16	42
	КСР					*4*
	Итого:	*36*	*48*	*0*	*56*	*144*

4.1. Содержание лекционных занятий

Таблица 4.1

№ ЛЗ	Наименование раздела	Тема лекции	Содержание лекции (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов	Количество часов в электронной форме
Семестр 1					
1.	Вариационные методы решения краевых задач.	Тема 1.1.	Основные вариационные принципы механики сплошных сред. Вариационные принципы возможных перемещений и возможных изменений напряжённого состояния и их варианты. Основные понятия, обозначения, уравнения, формулировка краевых задач теории упругости. Общая схема математического моделирования.	2	0
2.	Вариационные методы решения	Тема 1.2.	Замена краевой задачи вариационной проблемой. Прямые вариационные методы	2	0

№ ЛЗ	Наименование раздела	Тема лекции	Содержание лекции (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов	Количество часов в электронной форме
	краевых задач.		решения краевых задач упругости на основании принципа возможных перемещений. Методы Ритца и Бубнова-Галёркина, их сравнительный анализ, оценка погрешности, схема их применения.		
3.	Вариационные методы решения краевых задач.	Тема 1.3.	Обобщённый метод Бубнова Галёркина и схема его применения. Методы Трефтца и Лейбензона. Принцип возможных изменений напряжённого состояния и его применение в задачах теории упругости.	2	0
4.	Вариационные методы решения краевых задач.	Тема 1.4.	Модифицированный принцип возможных перемещений и модифицированные методы Ритца и Бубнова-Галёркина. Особенности их применения. Модифицированный принцип возможных изменений напряжённого состояния и его применение к решению краевых задач упругости.	2	0
5.	Методы решения одномерных краевых задач.	Тема 2.1.	Основное одномерное уравнение механики деформированного твёрдого тела в упругой области. Матричная форма записи основных уравнений краевой одномерной задачи.	2	0
6.	Методы решения одномерных краевых задач.	Тема 2.2.	Группа методов начальных параметров. Погрешность и достоверность численных расчётов. Метод прогонки. Другие методы решения одномерных краевых задач.	2	0
7.	Сеточные методы решения краевых задач.	Тема 3.1.	Метод коллокаций. Интегральный и точечный методы наименьших квадратов. Метод сеток. Формулы для вычисления производных от функций одной переменной.	2	0
8.	Сеточные методы решения краевых задач.	Тема 3.2.	Решение одномерных краевых задач механики деформируемого твёрдого тела. Конечно-разностная аппроксимация граничных условий для одномерных задач.	2	0
9.	Сеточные методы решения краевых задач.	Тема 3.3.	Конечно-разностная аппроксимация производных для функций нескольких переменных. Решение двумерных краевых задач упругости методом сеток. Аппроксимация граничных условий на криволинейном контуре.	2	0
10.	Сеточные методы решения краевых задач.	Тема 3.4.	Конечно-разностные схемы и алгоритмы решения основных уравнений методом сеток (уравнение теплопроводности, волновое уравнение, задача Дирихле). Понятие о явных и неявных схемах.	2	0
11.	Погрешность сходимость и устойчивость разностных методов решения дифференциальных уравнений.	Тема 4.1.	Основные понятия теории разностных схема для обыкновенных дифференциальных уравнений. Понятие разностного оператора. Вывод формул для погрешности аппроксимации разностным оператором дифференциального уравнения второго порядка.	2	0
12.	Погрешност	Тема 4.2.	Аппроксимация, устойчивость, сходимость	2	0

№ ЛЗ	Наименование раздела	Тема лекции	Содержание лекции (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов	Количество часов в электронной форме
	ь сходимость и устойчивость разностных методов решения дифференциальных уравнений.		конечно-разностного оператора для обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка. Устойчивость по правой части.		
13.	Погрешность сходимость и устойчивость разностных методов решения дифференциальных уравнений.	Тема 4.3.	Разностные схемы для уравнения с частными производными первого порядка. Аппроксимация, вычислительные алгоритм, устойчивость.	2	0
14.	Погрешность сходимость и устойчивость разностных методов решения дифференциальных уравнений.	Тема 4.4.	Исследование устойчивости разностных операторов для уравнений в частных производных первого порядка методом возмущений. Исследование устойчивости и сходимости разностных схем для уравнений теплопроводности, волнового уравнения и задачи Дирихле.	2	0
15.	Метод конечных элементов (МКЭ).	Тема 5.1.	Сущность МКЭ. Геометрическая идеализация конструкции. Основные операции в МКЭ. Матрица жесткости и порядок её формирования. Интерполирующие полиномы.	2	0
16.	Метод конечных элементов (МКЭ).	Тема 5.2.	Типы конечных элементов в R2 и R3. Повышение порядка аппроксимации. Основные соотношения для треугольного элемента в R2 и тетраэдра в R3.	2	0
17.	Метод конечных элементов (МКЭ).	Тема 5.3.	Общая схема применения метода конечных элементов к расчётам линейноупругих конструкций. Учёт начальных деформация. Решение нелинейных задач.	2	0
18.	Метод конечных элементов (МКЭ).	Тема 5.4.	Метод последовательных приближений. Метод Ньютона Рафсона.	2	0
			Итого за семестр:	*36*	*0*
			Итого:	**36**	**0**

4.2. Содержание лабораторных занятий

Таблица 4.2

№ ЛабЗ	Наименование раздела	Наименование лабораторной работы	Содержание лабораторной работы (перечень рассматриваемых дидактических единиц: подтем, вопросов)	Количество часов	Количество часов в электронной форме	Количество часов в форме практической подготовки
Семестр 1						
1.	Вариационные методы решения краевых задач.	Лабораторная работа 1.	Решение одномерных задач механики сплошных сред вариационным методом. Нахождение функции прогиба при изгибе балки по методу Ритца и точным интегрированием краевой задачи. Анализ погрешности метода.	6	0	*1*
2.	Методы решения одномерных краевых задач.	Лабораторная работа 2.	Решение одномерных задач механики сплошных сред вариационным методом Бубнова-Галёркина и методом коллокаций. Анализ погрешности методов.	6	0	*1*
3.	Сеточные методы решения краевых задач.	Лабораторная работа 3.	Решение методом сеток и методом коллокаций краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка. Анализ погрешности методов.	6	0	*0*
4.	Сеточные методы решения краевых задач.	Лабораторная работа 4.	Решение методом сеток смешанной краевой задачи для дифференциального уравнения параболического типа. Сравнительный анализ решения по методу сеток с приближённым аналитическим решением по методу разделения переменных.	6	0	*0*
5.	Погрешность сходимость и устойчивость разностных методов решения дифференциальных уравнений.	Лабораторная работа 5.	Решение смешанной задачи для уравнения колебаний струны методом сеток. Анализ погрешности.	6	0	*0*
6.	Метод конечных элементов (МКЭ).	Лабораторная работа 6.	Решение упругой краевой задачи для несоосной толстостенной трубы, находящейся под действием внутреннего давления.	6	0	*0*
7.	Метод конечных элементов (МКЭ).	Лабораторная работа 7.	Решение двумерной задачи с учётом пластичности.	6	0	*0*
8.	Метод конечных	Лабораторная работа 8.	Решение задачи для несоосной толстостенной трубы, находящейся	6	0	*0*

№ ЛабЗ	Наименование раздела	Наименование лабораторной работы	Содержание лабораторной работы (перечень рассматриваемых дидактических единиц: подтем, вопросов)	Количество часов	Количество часов в электронной форме	Количество часов в форме практической подготовки
	элементов (МКЭ).		под действием температурного поля.			
			Итого за семестр:	*48*	*0*	*2*
			Итого:	**48**	**0**	***2***

4.3. Содержание самостоятельной работы

Таблица 4.4

Наименование раздела	Вид самостоятельной работы	Содержание самостоятельной работы (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов
Семестр 1			
Вариационные методы решения краевых задач.	Подготовка к лабораторным работам	Решение одномерных задач механики сплошных сред вариационным методом. Нахождение функции прогиба при изгибе балки по методу Ритца и точным интегрированием краевой задачи. Анализ погрешности метода.	3
Вариационные методы решения краевых задач.	Подготовка к лекциям	Математическая формулировка вариационных методов.	4
Вариационные методы решения краевых задач.	Подготовка к экзамену	Математическая формулировка вариационных методов. Основные понятия, обозначения, уравнения, формулировка краевых задач теории упругости. Общая схема математического моделирования. Анализ физических и математических моделей, основных подходов и их реализации в механике сплошной среды.	2
Методы решения одномерных краевых задач.	Подготовка к лабораторным работам	Решение одномерных задач механики сплошных сред вариационным методом Бубнова-Галёркина и методом коллокаций. Анализ погрешности методов.	3
Методы решения одномерных краевых задач.	Подготовка к лекциям	Вывод основного одномерного дифференциального уравнения механики сплошных сред на упругом основании. Метод начальных параметров. Метод прогонки и его реализация для линейных уравнений.	4
Методы решения одномерных краевых задач.	Подготовка к экзамену	Вывод основного одномерного дифференциального уравнения механики сплошных сред на упругом основании. Метод начальных параметров. Метод прогонки и его реализация для линейных уравнений.	2
Сеточные методы решения краевых задач.	Подготовка к лабораторным работам	Методы коллокаций и наименьших квадратов. Их связь с вариационными методами. Метод сеток и его применение к решению одномерных и двумерных задач. Решение уравнений параболического, эллиптического и гиперболического типов методом сеток.	6
Сеточные методы решения краевых задач.	Подготовка к лекциям	Решение одномерных краевых задач механики деформируемого твёрдого тела. Конечно-разностная аппроксимация граничных условий для одномерных задач. Конечно-разностная аппроксимация производных для функций нескольких переменных. Решение двумерных краевых задач упругости методом сеток.	4
Сеточные методы	Подготовка к экзамену	Решение одномерных краевых задач механики	2

Наименование раздела	Вид самостоятельной работы	Содержание самостоятельной работы (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов
решения краевых задач.		деформируемого твёрдого тела. Конечно-разностная аппроксимация граничных условий для одномерных задач. Конечно-разностная аппроксимация производных для функций нескольких переменных. Решение двумерных краевых задач упругости методом сеток.	
Погрешность сходимость и устойчивость разностных методов решения дифференциальных уравнений.	Подготовка к лабораторным работам	Решение смешанной задачи для уравнения колебаний струны методом сеток. Анализ погрешности. Аппроксимация, устойчивость и сходимость конечно-разностных операторов для обыкновенных дифференциальных уравнений.	3
Погрешность сходимость и устойчивость разностных методов решения дифференциальных уравнений.	Подготовка к лекциям	Аппроксимация, устойчивость, сходимость конечно-разностного оператора для обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка. Устойчивость по правой части. Разностные схемы для уравнения с частными производными первого порядка. Аппроксимация, вычислительные алгоритм, устойчивость.	4
Погрешность сходимость и устойчивость разностных методов решения дифференциальных уравнений.	Подготовка к экзамену	Аппроксимация, устойчивость, сходимость конечно-разностного оператора для обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка. Устойчивость по правой части. Разностные схемы для уравнения с частными производными первого порядка. Аппроксимация, вычислительные алгоритм, устойчивость.	3
Метод конечных элементов (МКЭ).	Подготовка к лекциям	Алгоритмы формирования матрицы жёсткости в МКЭ при решении линейных и нелинейных краевых задач. Основные соотношения для треугольных конечных элементов в плоской задаче теории упругости. Приведение объёмных и поверхностных сил, а также начальных деформаций к эквивалентным узловым внешним силам.	4
Метод конечных элементов (МКЭ).	Подготовка к лабораторным работам	Решение упругой краевой задачи для несоосной толстостенной трубы, находящейся под действием внутреннего давления. Решение двумерной задачи с учётом пластичности. Решение задачи для несоосной толстостенной трубы, находящейся под действием температурного поля.	9
Метод конечных элементов (МКЭ).	Подготовка к экзамену	Сущность МКЭ. Геометрическая идеализация конструкции. Основные операции в МКЭ. Матрица жесткости и порядок её формирования. Интерполирующие полиномы. Типы конечных элементов в R2 и R3. Повышение порядка аппроксимации. Основные соотношения для треугольного элемента в R2 и тетраэдра в R3. Общая схема.	3
		Итого за семестр:	*56*
		Итого:	**56**

5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по модулю

Таблица 5

№ п/п	Библиографическое описание	Ресурс НТБ СамГТУ	Ссылка на ресурс
1.	Волков, Е.А. Численные методы : Учеб.пособие / Е. А. Волков .- 3-е изд.,испр..- М., Лань, 2004.- 249 с.	Книжный фонд СамГТУ	http:// platform.samgtu.ru/ getinfo? uid=els_samgtu-

№ п/п	Библиографическое описание	Ресурс НТБ СамГТУ	Ссылка на ресурс
			catalog-62302
2.	Самарский, А.А. Введение в численные методы : Учеб.пособие для вузов / А. А. Самарский .- 2-е изд.,перераб. и доп..- М., Наука, 1987.- 286 с.	Книжный фонд СамГТУ	http:// platform.samgtu.ru/ getinfo? uid=els_samgtu-catalog-92042
3.	Лионс, Ж.-Л. Некоторые методы решения нелинейных краевых задач : пер.с фр. / Ж. Л. Лионс .- 2-е изд., стер..- М., Едиториал УРСС, 2002.- 587 с.	Книжный фонд СамГТУ	http:// platform.samgtu.ru/ getinfo? uid=els_samgtu-catalog-61160
4.	Методические указания по дисциплине «Высокоточные численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений» : метод. указания / Самар.гос.техн.ун-т, Прикладная математика и информатика; сост. А. Ф. Заусаев.- Самара, 2014.- 61 с.	Электронная библиотека СамГТУ (ЭБС Политех)	http:// platform.samgtu.ru/ getinfo? uid=els_samgtu-elib-1401
5.	Заусаев, А.Ф. Разностные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений : учеб.пособие / А. Ф. Заусаев; Самар.гос.техн.ун-т.- Самара, 2010.- 100 с.	Электронная библиотека СамГТУ (ЭБС Политех)	http:// platform.samgtu.ru/ getinfo? uid=els_samgtu-elib-254
6.	Методические указания по дисциплине «Краевые задачи для уравнений в частных производных с разрывными коэффициентами» : метод. указания / Самар.гос.техн.ун-т, Прикладная математика и информатика; сост. О. А. Репин.- Самара, 2014.- 32 с.	Электронная библиотека СамГТУ (ЭБС Политех)	http:// platform.samgtu.ru/ getinfo? uid=els_samgtu-elib-1413

Доступ обучающихся к ЭР НТБ СамГТУ (elib.samgtu.ru) осуществляется посредством электронной информационной образовательной среды университета и сайта НТБ СамГТУ по логину и паролю.

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

Таблица 6

№ п/п	Наименование	Ссылка на веб-страницу ресурса	Режим доступа
1.	*УИС РОССИЯ - Университетская информационная система РОССИЯ [Электронный ресурс]. - Электрон. текстовые, граф., зв. дан., Сайт в сети Интернет*	*http://www.cir.ru/*	*Ресурсы открытого доступа*
2.	*Единое окно доступа к образовательным ресурсам [Электронный ресурс]. - Электрон. текстовые, граф., зв. дан., Сайт в сети Интернет*	*http://window.edu.ru/*	*Ресурсы открытого доступа*

7. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по модулю

Лекционные занятия проводятся в:
Учебная аудитория.

Практические занятия не предусмотрены.

Самостоятельная работа проводятся в:
Корпус № 1/125 - Читальный зал
Корпус № 8/200 - Читальный зал (Аудитория на 70 посадочных мест оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, столы учебные.).

Лабораторные занятия проводятся в:
Корпус № 8/510 - Компьютерный класс (Компьютерный класс № 510 уч.к 8 предназначен для проведения занятий лекционного типа , практических и лабораторных занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуаль-ных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (класс компьютерных технологий) . Оборудован для проведения on-

line тестирова-ния по любым предметам Минвуза РФ , проведения on-line олимпиад любого уровня и других on-line мероприятий. Класс оборудован моноблоками в ко-личестве 12 шт. (Lenovo IdeaCentre AIO 510-22ISH), инв.н 101340003015 , 101340003017, 101340003018, 101340003026, 101340003020,101340002028, 101340003029, 101340003016, 101340003019, 101340003023, 101340003030 , 101340003025) , год ввода в эксплуатацию 2016 г. , с выходом в сеть интернет, выходом в сеть интернет. Один моноблок с лицензионным программным обеспечением Microsoft Office 2007. Операционная система Microsoft Windows. Пакет офисных программ LibreOffice в составе : Writer, Calc, Impress, Base, Draw, Math (лицензия свободного программного обеспечения),7-zip, Python 3.9, Adobe reader XI , Pascal 3.8.1 , Octave GNU 6.3.0. 11 штук с операционной системой Astra linux. Пакет офисных программ LibreOffice ,браузер firefox ,почтовый клиент Thunderbird , редактор графики Gimp,проигрыватель мультимедиа VLC.

Класс укомплектован: Кондиционер Сплит-система JAX-14 HE- 1шт., Мульти-медийный комплекс Тип 2: интерактивная доска SmartBoard SB480, проектор Panasonik PT-TX312E- 1 шт., Стол СТПЛ Тип5- 26 шт., коммутатор D-Link- 2 шт., жалюзи – 3 шт, вешалка напольная- 1 шт, тумба выкатная – 1 шт. кресло ПК – 1 шт., стул офисный к/з- 25 шт., огнетушитель- 1 шт.
)

Корпус № 8/512 - Компьютерный класс (Компьютерный класс № 512 уч.к 8 предназначен для проведения занятий лекционного типа , практических и лабораторных занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуаль-ных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (класс компьютерных технологий) . Оборудован для проведения on-line тестирова-ния по любым предметам Минвуза РФ , проведения on-line олимпиад любого уровня и других on-line мероприятий. Класс оборудован моноблоками в ко-личестве 15 шт.(Lenovo IdeaCentre AIO 510-22ISH, M10109814516) инв. н. 101340003031, 101340001032, 101340001033, 101340001034, 101340001035, 101340001036, 101340001037, 101340001038, 101340001039, 101340001040, 101340001041., 101340001042, 101340001043, 101340001044, 101340001045 , год ввода в эксплуатацию 2016 г. , с выходом в сеть интернет.Один моноблок с лицензионным программным обеспечением Microsoft Office 2007. Операционная система Microsoft Windows. Пакет офисных программ LibreOffice в составе : Writer, Calc, Impress, Base, Draw, Math (лицензия свободного программного обеспечения),7-zip, Python 3.9, Adobe reader XI , Pascal 3.8.1 , Octave GNU 6.3.0. 14 штук с операционной системой Astra linux. Пакет офисных программ LibreOffice ,браузер firefox ,почтовый клиент Thunderbird , редактор графики Gimp,проигрыватель мультимедиа VLC. Обеспечена сеть Интернет.
Класс укомплектован: Кондиционер Сплит-система JAX-14 HE- 1шт., Мульти-медийный комплекс Тип 2: интерактивная доска SmartBoard SB480, проектор Panasonik PT-TX312E- 1 шт., стол СТПЛ Тип5- 28 шт., стол компьютерный – 1 шт., коммутатор D-Link- 1 шт., жалюзи – 3 шт, вешалка напольная- 1 шт, тумба выкатная – 1 шт. кресло ПК – 1 шт., стул офисный к/з- 25 шт., огнетушитель- 1 шт., кресло для ПК – 3 шт.
).

ПРИЛОЖЕНИЕ

Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по модулю

Настоящий Фонд оценочных средств (ФОС) по модулю Численные методы решения краевых задач является неотъемлемым приложением к рабочей программе модуля. На данный ФОС распространяются все реквизиты утверждения, представленные в рабочей программе модуля.

1. Перечень оценочных средств

Таблица 1

№ п/п	Оценочное средство	Краткая характеристика оценочного средства	Количество	Представление оценочного средства в ФОС
1	Отчёт по лабораторной работе	Оценка способности студента применить полученные ранее знания для проведения анализа, опыта, эксперимента и выполнения последующих расчетов, а также составления выводов.	4	Требования к содержанию и оформлению отчета
2	Контрольная точка в форме тестирования	Инструмент, с помощью которого преподаватель оценивает степень достижения студентом требуемых знаний, умений, навыков в формате рубежного контроля по итогам изучения разделов. Составление теста включает в себя создание выверенной системы вопросов, собственно процедуру проведения тестирования и способ измерения полученных результатов.	1	Спецификация тестов и примеры вариантов тестовых заданий

Раздел 2. Этапы формирования компетенций, соотнесенные с видами оценочных средств

Таблица 2

Контролируемые разделы модуля	Код и формулировка индикатора компетенции	Результат обучения	Оценочные средства	Номер оценочного средства
Вариационные методы решения краевых задач.	ПК-1.2 Знает цели и задачи проводимых исследований и разработок; методы анализа и обобщения отечественного и международного опыта; методы и средства планирования и организации исследований и разработок; методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации в области прикладной математики и информатики	Знать цели и задачи проводимых исследований и разработок; методы анализа и обобщения отечественного и международного опыта; методы и средства планирования и организации исследований и разработок; методы проведения экспериментов и наблюдений. Уметь исследовать научные и технические проблемы с применением	Отчёт по лабораторной работе	1

Контролируемые разделы модуля	Код и формулировка индикатора компетенции	Результат обучения	Оценочные средства	Номер оценочного средства
		современных технологий математического моделирования и вычислительного эксперимента.		
Вариационные методы решения краевых задач.	ПК-6.2 Знает основы программирования, современные объектно-ориентированные языки программирования, современные структурные языки программирования	Знать основы программирования, современные объектноориентированные языки программирования, современные структурные языки программирования.	Отчёт по лабораторной работе	1
Методы решения одномерных краевых задач.	ПК-2.1 Знает арсенал и области применения современных научных методов и информационных технологий, необходимых для решения задач имеющих естественно-научное содержание и возникающих при выполнении профессиональных функций	Знать арсенал и области применения современных научных методов и информационных технологий необходимых для решения задач, имеющих естественнонаучное содержание и возникающих при выполнении профессиональных функций.	Отчёт по лабораторной работе	2
Методы решения одномерных краевых задач.	ПК-1.4 Умеет исследовать научные и технические проблемы с применением современных технологий математического моделирования и вычислительного эксперимента систематизировать результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ; применять методы анализа научно-технической информации	Владеть методами исследования научных и технических проблем с применением современных технологий и методов математического моделирования; навыками применения наукоемких технологий и основами математического моделирования в области прикладной математики и информатики. Уметь применять нормативную документацию в соответствующей области знаний; систематизировать результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ; применять методы анализа научно-технической	Отчёт по лабораторной работе	2

Контролируемые разделы модуля	Код и формулировка индикатора компетенции	Результат обучения	Оценочные средства	Номер оценочного средства
		информации.		
Сеточные методы решения краевых задач.	ПК-2.2 Умеет описывать проблемы и ситуации профессиональной деятельности на основе знаний математического аппарата и естественнонаучных дисциплин и формулировать задачу профессиональной деятельности в области прикладной математики и информатики и естественнонаучных дисциплин	Уметь на основе анализа и сравнения выбрать и применить математический метод для решения поставленной задачи в области прикладной математики и информатики.	Отчёт по лабораторной работе	3
Погрешность сходимость и устойчивость разностных методов решения дифференциальных уравнений.	ПК-2.4 Умеет разработать и реализовать в виде программного модуля алгоритм решения поставленной задачи на основе математической модели, осуществлять поиск и обработку информации в области прикладной математики и информатики, используя информационно-компьютерные системы	Уметь ставить цели и формулировать задачи, связанные с реализацией профессиональных функций, использовать для их решения знания и методы математического аппарата и естественнонаучных дисциплин.	Отчёт по лабораторной работе	4
Метод конечных элементов (МКЭ).	ПК-5.3 Знает основные термины, понятия и особенности подходов, используемые при анализе данных, методы первичной обработки и анализа данных, типовые постановки задач обработки информации при решении прикладных задач	Знать методические подходы к проведению статистических расчетов и анализу, актуальные научные публикации по статистике, в том числе зарубежные. Уметь формализовывать задачи прикладной области, при решении которых возникает необходимость использования количественных и качественных оценок.	Контрольная точка в форме тестирования	1
Метод конечных элементов (МКЭ).	ПК-5.5 Умеет формализовывать задачи прикладной области, при решении которых возникает необходимоть использования количественных и	Уметь применять методы и приемы формализации научных проблем по тематике проводимых исследований, при решении которых	Контрольная точка в форме тестирования	1

Контролируемые разделы модуля	Код и формулировка индикатора компетенции	Результат обучения	Оценочные средства	Номер оценочного средства
	качественных оценок, производить статистические расчеты с применением соответствующих математических методов и информационных технологий, а также последующую аналитическую работу с полученными данными	возникает необходимость использования количественных и качественных оценок.		

3. Содержание оценочных средств текущего контроля

Оценочное средство 1:
Отчет по лабораторным работам оформляется согласно методическим рекомендациям, приложенным к рабочей программе.
Оценочное средство 2:
Вопросы для подготовки к контрольным точкам в виде тестирования приложены к рабочей программе.

4. Содержание оценочных средств промежуточной аттестации

Семестр 1:

Вид аттестационного испытания 1: Устное собеседование.
Форма проведения промежуточной аттестации: Экзамен.
Типовые задания: Вопросы к экзамену.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

Модуль состоит из набора разделов. Объем учебного раздела раскрывает отдельную (ые) тему(ы) модуля / этап прохождения практики. Модуль разбивается, как правило, на 2-4 раздела в семестр.

Раздел состоит из учебных элементов (дидактических единиц), сгруппированных по темам в рамках раздела. Объем учебного материала учебного элемента раскрывает отдельный вопрос темы. Путем набора соответствующих тем и учебных элементов формируется раздел, содержание которого соответствует запланированным результатам освоения ОП согласно учебному плану.

По каждому разделу устанавливается перечень обязательных видов работы студента, включающий: ответы на теоретические вопросы на семинаре; решение практических задач и выполнение заданий на практических занятиях; выполнение лабораторных работ; выполнение контрольных работ; написание рефератов; участие в коллоквиумах; тестирование по теме (группе тем); другие виды работ, определяемые преподавателем (в соответствии с установленными требованиями балльно-рейтинговой технологии).

Каждый раздел включает определенные формы контроля для оценки уровня усвоения учебного материала и определения рейтинговой оценки качества усвоения учебного материала.

Рейтинговая оценка знаний студентов определяется по 100-балльной шкале в каждом семестре и включает текущий, рубежный и итоговый контроль.

Накопленный рейтинг (фиксированная величина по окончании семестра) — это фактический рейтинг по всем освоенным к данному моменту разделам дисциплины, включая их текущий, рубежный и итоговый контроль, составляет N баллов (N – индивидуальная величина, зависящая от проделанной работы студента по дисциплине).

Проходной рейтинг (включает текущий контроль, рубежный контроль в семестре и промежуточную аттестацию) — это минимум баллов, набрав который студент будет считаться аттестованным по дисциплине, составляет 60 баллов в семестр по одной дисциплине.

Пороговый рейтинг (включает текущий контроль и рубежный контроль в семестре) — это минимальный фактический рейтинг семестрового контроля, набрав который, студент проходит на итоговый контроль, составляет 50% от суммы баллов, которые студент может набрать за текущий контроль и рубежный контроль в течение семестра.

Текущий контроль служит для получения первичной информации о ходе усвоения отдельных элементов содержания учебной дисциплины. Основное его назначение состоит в осуществлении контроля за всеми видами аудиторной и самостоятельной внеаудиторной деятельности студентов, результаты которого оцениваются в баллах.

Рубежный контроль (контрольные точки текущего контроля) проводится после изучения завершенной в смысловом и логическом плане части учебного материала (раздела, модуля). Этот вид контроля позволяет получить информацию о ходе усвоения некоторой совокупности содержательных элементов учебной дисциплины (раздела, модуля) и оценивается в баллах.

Промежуточный итоговый контроль (контрольные точки промежуточной аттестации) – курсовой проект, курсовая работа и экзамен, зачет, зачет с оценкой. Итоговый контроль по дисциплине в семестре предназначен для аттестации студента по учебной дисциплине: процедура установления соответствия уровня и качества подготовки студентов системе требований, зафиксированной в ФГОС ВО.

Распределение баллов рейтинговой оценки между видами контроля

Таблица 3

Номер семестра	Распределение баллов					Проходной рейтинг
	Текущий и рубежный контроль			Промежуточный итоговый контроль		
	Текущий контроль	Рубежный контроль	Пороговый рейтинг	Курсовая работа/курсовой проект	Зачет/зачет с оценкой/экзамен	
1	45	30	37	0	25	60

Перевод оценок 100-балльной шкалы в оценки промежуточной аттестации

Таблица 4

100-балльная шкала	85-100	75-84	60-74	0-59
5-балльная шкала	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Бинарная шкала	Зачтено			Не зачтено

Распределение рейтинговых баллов по разделам модуля с указанием применяемых для их начисления оценочных средств представлено в Технологической карте БРТ.

Технологическая карта БРТ

Семестр 1

Раздел учебного модуля	Оценочные средства			Итого
	Отчёт по лабораторной работе	**Контрольная точка в форме тестирования**	**Экзамен**	
Раздел 1				
ЛР 1.1	11			11
Итого по разделу 1	11			11
Раздел 2				
ЛР 2.2	11			11
Итого по разделу 2	11			11
Раздел 3				
ЛР 3.3	0			0
ЛР 3.4	11			11
Итого по разделу 3	11			11
Раздел 4				
ЛР 4.5	12			12
Итого по разделу 4	12			12
Раздел 5				
ЛР 5.6		0		0
ЛР 5.7		0		0
ЛР 5.8		30		30
Итого по разделу 5		30		30
Промежуточная аттестация			25	25
Итого	45	30	25	100

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы

Примерные вопросы к экзамену

1. Основные вариационные принципы механики сплошных сред. Вариационные принципы возможных перемещений и возможных изменений напряжённого состояния и их варианты.
2. Основные понятия, обозначения, уравнения, формулировка краевых задач теории упругости.
3. Применение принципа возможных изменений напряжённого состояния для решения задач теории упругости.
4. Метод Ритца решения краевых задач.
5. Обобщённый метод Бубнова–Галёркина. Метод Бубнова–Галёркина.
6. Метод Бубнова–Галёркина для решения задач уравнений математической физики.
7. Метод Лейбензона. Метод Трефтца.
8. Модифицированный принцип возможных изменений напряжённого состояния и его применение к решению краевых задач упругости.
9. Сведение дифференциальных уравнений n-ного порядка к нормальной системе дифференциальных уравнений. Матричная форма записи основных уравнений краевых одномерных задач механики деформируемого твёрдого тела.
10. Вывод основного уравнения одномерного изгиба балки на упругом основании.
11. Построение конечно-разностных уравнений для балки: $(E \cdot J \cdot W'')'' + k(x)W = q(x)$ (случай, когда $J = J(x)$ задана аналитически). Аппроксимация граничных условий для балки.
12. Построение конечно-разностных уравнений для балки: $(E \cdot J \cdot W'')'' + k(x)W = q(x)$ (случай, когда $J = J(x)$ задана таблично). Аппроксимация граничных условий для балки.
13. Метод начальных параметров.
14. Метод прогонки.
15. Метод коллокаций.
16. Метод наименьших квадратов.
17. Метод сеток: погрешность замены первой и второй производной для функции $y = f(x)$ через конечные разности.
18. Аппроксимация производных первого, второго, третьего и четвёртого порядков для функции $y = y(x)$.
19. Аппроксимация производных первого, второго, третьего и четвёртого порядков для функции $z = z(x)$.
20. Решение задачи о прогибе пластины прямоугольной формы методом сеток.

21. Решение задачи о кручении призматического стержня методом сеток.
22. Аппроксимация граничных условий на криволинейном контуре двумерной области.
23. Волновое уравнение: разностная схема, вычислительные алгоритмы, понятие о методе прямых.
24. Задача Дирихле для уравнения Пуассона: разностная схема для случая прямоугольной и произвольной форм областей, вычислительные алгоритмы.
25. Смешанная задача для уравнения теплопроводности: разностная схема и вычислительные алгоритмы.
26. Разностная схема для уравнения $u'_t + a \cdot u'_x = 0 \quad u(x,0) = g(x) \quad (-\infty < x < +\infty; t > 0)$: аппроксимация и её порядок.
27. Разностная схема для уравнения $u'_t + a \cdot u'_x = 0 \quad u(x,0) = g(x) \quad (-\infty < x < +\infty; t > 0)$: вычислительный алгоритм и его устойчивость.
28. Разностная схема для уравнения $u'_t + a \cdot u'_x = 0 \quad u(x,0) = g(x) \quad (-\infty < x < +\infty; t > 0)$: исследование устойчивости методом возмущений.
29. Метод конечных элементов: типы конечных элементов, матрица жесткости для одного конечного элемента, выражение напряжений и деформаций через узловые перемещения.
30. Метод конечных элементов: основные соотношения для треугольного конечного элемента.
31. Метод конечных элементов: матрица жёсткости для одного из конечных элементов.
32. Вывод основных уравнений метода конечных элементов в варианте метода перемещений.
33. Метод конечных элементов: основные соотношения для тетраэдра.

Структура портфолио работ для текущего контроля успеваемости

Портфолио содержит отчёты по выполненным лабораторным работам. Каждый отчёт включает в себя постановку задачи, описание алгоритма её решения, программу и результаты работы программы на тестовых наборах входных данных. В ряде задач предполагается проведение небольшого исследования, по его результатам студент должен сделать выводы о соответствии полученных данных и теоретических представлений. Формирование портфолио происходит на протяжении всего семестра в процессе выполнения лабораторных работ. В конце семестра совместно с преподавателем подводятся итоги работы студента за семестр. Своевременность и качество выполнения работы учитываются при проведении текущего контроля успеваемости.

Примерный билет

Самарский государственный технический университет
Кафедра «Прикладная математика и информатика»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №__
по дисциплине «Численные методы решения краевых задач»
8 семестр

1. Метод Ритца решения краевых задач.
2. Разностная схема для уравнения $u_t' + a \cdot u_x' = 0$, $u(x,0) = g(x)$ ($-\infty < x < +\infty$; $t > 0$): аппроксимация и её порядок.

Составил: зав. каф. ПМиИ, профессор Радченко В.П.
Дата: _____

Вопросы для подготовки к контрольной точке в виде итогового тестирования

1. Основные постановки динамических и статических краевых задач упругости.
2. Основные вариационные принципы и их применение к решению дифференциальных уравнений. Уравнение равновесия нити.
3. Изучение основных этапов математического моделирования: «Процесс» - «физическая модель» - «математическая модель» - «метод решения математической модели» - «адекватность модели» применительно к анализу деформирования конструкций.
4. Принцип возможных перемещений и уравнения равновесия. Консервативные внешние силы.
5. Математическая формулировка принципа возможных изменений напряженного состояния.
6. Модифицированные принципы возможных перемещений и возможных изменений наряжённого состояния. Обобщенный функционал внешних сил.
7. Прямые вариационные метод решения краевых задач методами Ритца и Бубнова-Галёркина.
8. Представление функционала потенциальной энергии через перемещения. Особенности выбора системы базисных функций.
9. Модифицированные методы Ритца и Бубнова -Галёркина, Лейбензона, Трефтца. Особенности удовлетворения граничным условиям.

10. Вывод основного одномерного дифференциального уравнения механики сплошных сред на упругом основании. Метод начальных параметров.
11. Метод прогонки и его реализация для линейных уравнений .
12. Методы коллокаций и наименьших квадратов. Их связь с вариационными методами.
13. Метод сеток и его применение к решению одномерных и двумерных задач.
14. Решение уравнений параболического, эллиптического и гиперболического типов методом сеток.
15. Аппроксимация, устойчивость и сходимость конечно-разностных операторов для обыкновенных дифференциальных уравнений.
16. Аппроксимация, устойчивость и сходимость конечно-разностных операторов для уравнений в частных производных параболического, эллиптического и гиперболического типов 2 часа.
17. Алгоритмы формирования матрицы жёсткости в МКЭ при решении линейных и нелинейных краевых задач.
18. Основные соотношения для треугольных конечных элементов в плоской задаче теории упругости.
19. Приведение объёмных и поверхностных сил, а также начальных деформаций к эквивалентным узловым внешним силам.
20. Итерационные процедуры в МКЭ при учёте нелинейности материала.
21. Методы последовательных приближений и метод упругих решений.

Тест по компетенциям

01.03.02 Прикладная математика и информатика

Профиль Прикладная математика и информатика

дисциплина «Численные методы решения краевых задач»

Контролируемые компетенции в: ПК-1, ПК-2, ПК-5, ПК-6

Номер задания	Содержание задания	Ответ на задание	Наименование темы РПД	семестр
ПК-1 Способен к комплексному исследованию научных и технических проблем с применением современных технологий математического моделирования и вычислительного эксперимента				
1.	Какой из перечисленных методов является прямым вариационным методом для нахождения приближенного решения краевых задач, минимизирующим функционал полной потенциальной энергии системы? A) Метод конечных элементов B) Метод Ритца C) Метод конечных разностей D) Метод Галеркина	B	Вариационные методы решения краевых задач	8
2.	Вставьте пропущенный термин. В методе Ритца исходная краевая задача заменяется эквивалентной задачей нахождения минимума _____ энергии системы.	ПОЛНОЙ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ	Вариационные методы решения краевых задач	8
3.	Установите соответствие между названием метода и его ключевой характеристикой при решении одномерных краевых задач. Метод: 1. Метод прогонки 2. Метод стрельбы 3. Метод Галеркина Характеристика: А. Классический подход к решению ОДУ, не требующий аппроксимации производных конечными разностями Б. Применяется для систем с трехдиагональной матрицей; основан на исключении неизвестных В. Вариационный метод; приближенное решение ищется в виде разложения по базисным функциям	1-Б 2-А 3-В	Методы решения одномерных краевых задач	8
4.	Какие из перечисленных способов относятся к контролю точности и достоверности численных расчетов при решении краевых задач? (Выберите варианты) A) Сравнение с аналитическим решением для тестовых задач B) Проверка сходимости при сгущении сетки C) Подбор случайных начальных условий D) Использование только одного метода для решения	A, B	Методы решения одномерных краевых задач	8
5.	Какая конечно-разностная формула соответствует	C	Сеточные методы	8

	центральной разностной аппроксимации первой производной $\frac{du}{dx}$ с первым порядком точности $O(h)$? A) $\frac{u_{i+1}-u_i}{h}$ B) $\frac{u_i-u_{i-1}}{h}$ C) $\frac{u_{i+1}-u_{i-1}}{2h}$ D) $\frac{u_{i+2}-2u_{i+1}+u_i}{h^2}$		решения краевых задач	
6.	Вставьте пропущенный термин. Величина $\psi = L_h(u_h) - f_h$, где L_h — разностный оператор, u_h — сеточная функция, f_h — правая часть, называется _____ разностной схемы.	НЕВЯЗКОЙ (ПОГРЕШНОСТЬЮ АППРОКСИМАЦИИ)	Сеточные методы решения краевых задач	8
7.	Установите соответствие между понятием теории разностных схем и его определением. Понятие: 1. Аппроксимация 2. Устойчивость 3. Сходимость Определение: А. Стремление решения разностной задачи к решению дифференциальной Б. Близость разностного оператора к дифференциальному при *h→0* В. Непрерывная зависимость решения от входных данных	1-Б 2-В 3-А	Погрешность сходимость и устойчивость разностных методов решения дифференциальных уравнений	8
8.	Какие из перечисленных факторов влияют на выбор шага сетки в явных разностных схемах? (Выберите варианты) A) Устойчивость схемы B) Порядок аппроксимации C) Цвет фона расчетной области D) Тип операционной системы	A, B	Погрешность сходимость и устойчивость разностных методов решения дифференциальных уравнений	8
9.	Какой тип конечного элемента является базовым для двумерных задач механики деформируемого твердого тела? A) Треугольный элемент B) Четырехугольный элемент C) Тетраэдрический элемент D) Шестигранный элемент	A	Метод конечных элементов (МКЭ)	8
10.	Вставьте пропущенное словосочетание. Процесс разбиения расчетной области на конечные элементы и объединения их в единую систему называется _____ идеализацией конструкции.	ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ (ИЛИ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОЙ)	Метод конечных элементов (МКЭ)	8
ПК-2 Способен сформулировать задачу профессиональной деятельности в области прикладной математики и информатики, формализовав ее на основе знаний математического аппарата и естественнонаучных дисциплин				
1.	Установите соответствие между этапом решения краевой задачи вариационным методом и его содержанием. Этап: 1. Выбор координатных функций 2. Построение функционала задачи	1-Б 2-В 3-А	Вариационные методы решения краевых задач	8

	3. Составление системы уравнений Содержание: A. Составление системы линейных алгебраических уравнений относительно неизвестных коэффициентов Б. Обеспечение выполнения кинематических граничных условий при выборе базиса B. Запись энергии системы или невязки уравнения			
2.	Каковы основные преимущества использования вариационных методов по сравнению с классическими аналитическими методами при решении краевых задач? (Выберите варианты) A) Возможность получения точного решения для любых граничных условий B) Универсальность и применимость к задачам со сложными граничными условиями C) Возможность получения приближенного решения с контролируемой точностью D) Отсутствие необходимости проверять сходимость решения	B, C	Вариационные методы решения краевых задач	8
3.	Вставьте пропущенный термин. При решении краевых задач важной характеристикой является оценка отличия приближенного численного решения от точного решения дифференциальной задачи, то есть оценка _____ метода.	ПОГРЕШНОСТИ	Методы решения одномерных краевых задач	8
4.	Что необходимо гарантировать для обеспечения численной устойчивости метода прогонки? A) Выполнение условий диагонального преобладания B) Симметричность матрицы C) Положительную определенность матрицы D) Нулевые диагональные элементы	C	Методы решения одномерных краевых задач	8
5.	Установите соответствие между типом граничного условия и способом его задания. Тип условия: 1. Условие Дирихле 2. Условие Неймана 3. Условие третьего рода Задание: А. $\left(\frac{\partial u}{\partial n}\right)_{\Gamma} = f$ Б. $u_{\Gamma} = f$ В. $\left(\frac{\partial u}{\partial n} + \alpha u\right)_{\Gamma} = f$	1-Б 2-А 3-В	Сеточные методы решения краевых задач	8
6.	Какие из перечисленных методов относятся к методам взвешенных невязок? (Выберите варианты) A) Метод коллокаций B) Метод Галеркина C) Метод конечных разностей D) Метод наименьших квадратов E) Метод конечных объемов	A, B, D	Сеточные методы решения краевых задач	8

7.	Вставьте пропущенный термин. Для аппроксимации производных используются формулы, основанные на разложении функции в ряд _____.	ТЕЙЛОРА	Погрешность сходимость и устойчивость разностных методов решения дифференциальных уравнений	8
8.	Какой метод используется для исследования устойчивости разностных схем для уравнений в частных производных? A) Метод конечных элементов B) Спектральный метод C) Метод возмущений D) Метод Ньютона	C	Погрешность сходимость и устойчивость разностных методов решения дифференциальных уравнений	8
9.	Установите соответствие между методом решения нелинейных уравнений и его описанием. Метод: 1. Метод последовательных приближений 2. Метод Ньютона-Рафсона 3. Метод простой итерации Описание: A. Квадратичная сходимость, требует вычисления производных Б. Последовательное уточнение решения на основе предыдущего приближения B. Замена нелинейной системы линейной на каждом шаге	1-Б 2-А 3-В	Метод конечных элементов (МКЭ)	8
10.	Каковы основные преимущества метода конечных элементов по сравнению с классическими численными методами? (Выберите варианты) A) Возможность моделирования сложных геометрических форм B) Простота учета различных граничных условий C) Отсутствие необходимости в вычислительных ресурсах D) Получение точного аналитического решения	A, B	Метод конечных элементов (МКЭ)	8
ПК-5 Способен обрабатывать, анализировать данные и делать выводы, используя соответствующий математический аппарат и современные прикладные программные средства				
1.	Какой принцип лежит в основе модифицированного вариационного метода Ритца? A) Принцип Гамильтона-Остроградского B) Принцип возможных мощностей C) Модифицированный принцип возможных перемещений D) Принцип наименьшего действия	C	Вариационные методы решения краевых задач	8
2.	Установите соответствие между типом граничного условия и его примером в теории упругости. Тип граничного условия: 1. Кинематические (геометрические) 2. Статические (силовые)	1-Б 2-А 3-В	Вариационные методы решения краевых задач	8

	3. Смешанные Пример: А. Заданная внешняя нагрузка на поверхности Б. Заданные перемещения на части границы В. Часть поверхности закреплена, на остальную часть действует нагрузка			
3.	Вставьте пропущенный термин. Численное решение одномерной краевой задачи часто начинается с построения на отрезке [*a,b*] дискретной сетки, в узлах которой ищутся значения функции. Искомую совокупность значений называют _____ функцией.	СЕТОЧНОЙ	Методы решения одномерных краевых задач	8
4.	Какие математические модели относятся к классу задач, приводящих к решению систем с трехдиагональной матрицей? (Выберите варианты) A) Стационарная теплопроводность в стержне B) Изгиб балки (уравнение четвертого порядка) C) Движение идеальной жидкости D) Растяжение-сжатие упругого стержня	A, D	Методы решения одномерных краевых задач	8
5.	Как называется метод, в котором решение ищется в виде линейной комбинации базисных функций, а неизвестные коэффициенты определяются из условия точного удовлетворения дифференциальному уравнению в заданных точках (узлах коллокации)? A) Метод коллокаций B) Метод наименьших квадратов C) Метод конечных элементов D) Метод Галеркина	A	Сеточные методы решения краевых задач	8
6.	Вставьте пропущенный термин. Разностная схема называется _____, если для нее выполняется неравенство $\|u^{n+1}\| \leq \|u^n\|$ и погрешность не нарастает от слоя к слою.	УСТОЙЧИВОЙ	Сеточные методы решения краевых задач	8
7.	Какие методы используются для аппроксимации граничных условий в разностных схемах? (Выберите варианты) A) Использование фиктивных узлов для аппроксимации производных на границе B) Односторонние разностные формулы C) Игнорирование граничных условий D) Случайный выбор значений на границе	A, B	Погрешность сходимость и устойчивость разностных методов решения дифференциальных уравнений	8
8.	Установите соответствие между типом разностной схемы и ее характеристикой. Тип схемы:	1-А 2-Б 3-В	Погрешность сходимость и устойчивость разностных методов решения	8

	1. Явная схема 2. Неявная схема 3. Схема Кранка-Николсона Характеристика: А. Значения на новом слое вычисляются по явным формулам; условно устойчива Б. Требует решения системы уравнений на каждом шаге; может быть безусловно устойчивой В. Имеет второй порядок точности по времени и пространству		дифференциальных уравнений	
9.	Вставьте пропущенный термин. Особым типом деформаций, которые необходимо учитывать при расчете конструкций на начальные напряжения (например, температурные), являются _____ деформации.	НАЧАЛЬНЫМИ (ИЛИ ТЕМПЕРАТУРНЫМИ)	Метод конечных элементов (МКЭ)	8
10.	Что означает повышение порядка аппроксимации в МКЭ? A) Увеличение количества элементов в сетке (h-адаптация) B) Использование полиномов более высокой степени для аппроксимации поля внутри элемента (p-адаптация) C) Уменьшение размера элементов D) Изменение типа конечных элементов	B	Метод конечных элементов (МКЭ)	8
ПК-6 Способен к разработке и применению алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программного обеспечения				
1.	Что понимается под «невязкой» в вариационных методах? A) Разность между точным и приближенным значениями функционала B) Величина ошибки при вычислении интегралов C) Величина, получаемая при подстановке приближенного решения в исходное дифференциальное уравнение D) Погрешность округления при вычислениях	C	Вариационные методы решения краевых задач	8
2.	Какие из перечисленных методов относятся к прямым вариационным методам решения краевых задач теории упругости? (Выберите варианты) A) Метод Ритца B) Метод Бубнова-Галеркина C) Метод конечных разностей D) Метод Трефтца E) Метод Лейбензона	A, B, D, E	Вариационные методы решения краевых задач	8
3.	Вставьте пропущенное словосочетание. Важнейшим преимуществом метода прогонки по сравнению с классическим методом Гаусса	ТРЕХДИАГОНАЛЬНОСТИ (ЛЕНТОЧНОЙ СТРУКТУРЫ)	Методы решения одномерных краевых задач	8

	является значительная экономия вычислительных ресурсов (памяти и времени), что связано с _____ матрицы системы уравнений.			
4.	Какой метод численного решения краевых задач основан на последовательном исключении неизвестных для систем с трехдиагональной матрицей? A) Метод начальных параметров B) Метод прогонки C) Метод конечных элементов D) Метод стрельбы	B	Методы решения одномерных краевых задач	8
5.	Установите соответствие между видом разностной аппроксимации первой производной и формулой. Вид аппроксимации: 1. Левая разностная производная 2. Правая разностная производная 3. Центральная разностная производная Формула: А. $\frac{u_{i+1}-u_{i-1}}{2h}$ Б. $\frac{u_i-u_{i-1}}{h}$ В. $\frac{u_{i+1}-u_i}{h}$	1-Б 2-В 3-А	Сеточные методы решения краевых задач	8
6.	Какие требования предъявляются к конечно-разностной аппроксимации краевой задачи? (Выберите варианты) A) Устойчивость разностной схемы B) Единственность решения дифференциальной задачи C) Сходимость (аппроксимация и устойчивость) D) Отсутствие граничных условий	A, C	Сеточные методы решения краевых задач	8
7.	Свойство разностной схемы, заключающееся в том, что малые возмущения входных данных не приводят к неограниченному росту погрешности решения, называется _____.	УСТОЙЧИВОСТЬЮ	Погрешность сходимость и устойчивость разностных методов решения дифференциальных уравнений	8
8.	Как называется фундаментальное утверждение, связывающее аппроксимацию, устойчивость и сходимость разностных схем? A) Теорема Коши B) Теорема Лапласа C) Теорема Лакса D) Теорема Эйлера	C	Погрешность сходимость и устойчивость разностных методов решения дифференциальных уравнений	8
9.	Установите соответствие между типом конечного элемента и размерностью пространства, для которого он предназначен.	1-В 2-А 3-Б	Метод конечных элементов (МКЭ)	8

	Тип конечного элемента: 1. Линейный стержневой элемент 2. Треугольный элемент 3. Тетраэдрический элемент Размерность: А. 2D (двумерное пространство) Б. 3D (трехмерное пространство) В. 1D (одномерное пространство)			
10.	Какие из перечисленных утверждений о свойствах функций формы верны? (Выберите варианты) A) Сумма функций формы в любой точке элемента равна 0 B) Функция формы равна 1 в «своем» узле и 0 во всех остальных C) Функции формы могут быть полиномами различного порядка D) Функции формы не связаны с геометрией элемента	B, C	Метод конечных элементов (МКЭ)	8