


**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ С.А.
ЕСЕНИНА»**

Утверждаю:
Декан физико-математического
факультета
 Н.Б. Федорова
«30» августа 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И ОПТИМИЗАЦИЯ**

Уровень основной профессиональной образовательной программы
бакалавриат

Направление подготовки **27.03.05 Инноватика**

Направленность (профиль) подготовки **Управление инновационной
деятельностью**

Форма обучения **заочная**

Сроки освоения ОПОП **нормативный срок освоения 4 года 6 месяцев**

Факультет (институт) **физико-математический**

Кафедра **общей и теоретической физики и МПФ**

Рязань, 2018

ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями изучения учебной дисциплины «Численные методы и оптимизация» являются овладение студентами основными понятиями, методами приближенных вычислений, методами решений линейных, нелинейных систем уравнений, методами аппроксимации, методами решения сеточных уравнений, интерпретации результатов исследований.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВУЗА

2.1 Учебная дисциплина **Б.1.В.ОД.5 «Численные методы и оптимизация»** относится к вариативной части Блока 1(обязательные дисциплины).

2.2 Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

Математика

Метрология, стандартизация и сертификация

2.3 Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

Основы математического моделирования технических процессов

Статистическая физика

Управление рисками в инновационной деятельности

Системный анализ и принятие решений

Алгоритмы решения нестандартных задач

2.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общекультурных (ОК) (общепрофессиональных- ОПК) и профессиональных (ПК) компетенций

№ п/п	Номер/индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
			Знать	Уметь	Владеть
1	2	3	4	5	6
1.	ОПК-5	Способностью обосновывать принятие технического решения при разработке проекта, выбирать технические средства и технологии, в том числе с учетом экологических последствий их применения	Характеристики и свойства изучаемых объектов Ограничения изучаемых математических моделей	Сформулировать цель исследования и выбирать методы решения Обосновать выбор метода решения прикладной задачи	Навыками систематизации изучаемых методов. Методами получения информации, необходимой в области информационных технологий и математической физики
2.	ПК-2	способностью использовать инструментальные средства (в том числе пакеты прикладных программ) для решения прикладных инженерно-технических и технико-экономических задач, планирования и проведения работ по проекту	алгоритмов и решения прикладных задач современной вычислительной математики и физики.	. Понимать и применять в исследовательской и прикладной деятельности современный аппарат вычислительной математики;	Практическими навыками численного решения прикладных задач, в том числе и с использованием современных математических пакетов Навыками организации исследования физ. процессов математическими методами.
3.	ПК-5	Способностью определять стоимостную оценку основных	Численные методы, используемые при	Обосновать выбор необходимых алгоритмов	Современным математическим языком

	ресурсов и затрат по реализации проекта	исследовании физико-технических объектов. Методы обработки результатов и оценки погрешности	и решений прикладных задач современной вычислительной физики	приемами оценки погрешностей
--	---	---	--	------------------------------

:

2.5 Карта компетенций дисциплины.

КАРТА КОМПЕТЕНЦИЙ ДИСЦИПЛИНЫ					
НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ Численные методы и оптимизация					
Цель дисциплины		Целями изучения учебной дисциплины «Численные методы и оптимизация» являются овладение студентами основными понятиями, методами приближенных вычислений, методами решений линейных, нелинейных систем уравнений, методами аппроксимации, методами решения сеточных уравнений, интерпретации результатов исследований			
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие					
Общекультурные компетенции:					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технологии формирования	Форма оценочного средства	Уровни освоения компетенции
ИНДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
ОПК-5	Способностью обосновывать принятие технического решения при разработке проекта, выбирать технические средства и технологии, в том числе с учетом экологических последствий их применения	Знать характеристики и свойства изучаемых объектов; Ограничения изучаемых математических моделей. уметь сформулировать цель исследования и выбирать методы решения; обосновать выбор метода решения прикладной задачи. Владеть навыками систематизации изучаемых методов; методами получения информации, необходимой в области информационных	Путем проведения лекционных, практических занятий, применения прикладных пакетов программ.	Тестирование, индивидуальные домашние задания, индивидуальные расчетные работы, проектные работы, экзамен	Пороговый: знать фундаментальные основы, подходы и методы прикладной математики. Повышенный: Уметь интегрировать имеющиеся знания и применять полученные знания при решении прикладных задач .

		технологий и математической физики			
Профессиональные компетенции:					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технологии формирования	Форма оценочного средства	Уровни освоения компетенции
ИНДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
ПК-1	способностью использовать инструментальные средства (в том числе пакеты прикладных программ) для решения прикладных инженерно-технических и технико-экономических задач, планирования и проведения работ по проекту	<p>Знать: алгоритмы и решения прикладных задач современной вычислительной математики и физики.</p> <p>Уметь: Понимать и применять в исследовательской и прикладной деятельности современный аппарат вычислительной математики.</p> <p>Владеть: Практическими навыками численного решения прикладных задач, в том числе и с использованием современных математических пакетов Навыками организации исследования физ. процессов математическими методами.</p>	Путем проведения лекционных, практических занятий, применения прикладных пакетов программ.	Тестирование, индивидуальные домашние задания, индивидуальные расчетные работы, проектные работы, экзамен	<p>Пороговый: Знать алгоритмы и решения прикладных задач. Уметь проводить сравнительный анализ различных методов численного приближения.</p> <p>Повышенный: Владеть основными навыками систематизации изучаемых методов и выбором оптимального</p>
ПК-5	Способностью определять стоимостную оценку основных ресурсов и	<p>Знать Численные методы, используемые при исследовании физико-технических объектов.</p>	Путем проведения лекционных, практических занятий, применения прикладных пакетов	Тестирование, индивидуальные домашние задания, индивидуальные расчетные работы,	<p>Пороговый: Понимание основных фактов, концепций, принципов теории и их связь с прикладными</p>

	<p>затрат по реализации проекта</p>	<p>Методы обработки результатов и оценки погрешности Уметь Обосновать выбор необходимых алгоритмов и решений прикладных задач современной вычислительной физики Владеть современным математическим языком приемами оценки погрешностей</p>	<p>программ.</p>	<p>проектные работы, экзамен</p>	<p>задачами. Навыками организации исследования физ. процессов математическими методами; Повышенный: построение, исследование и применения численных методов решения задач математической физики, составляющих теоретический фундамент для описания и разработки дискретных математических моделей объектов различной физической природы Методами анализа результатов исследований.</p>
--	-------------------------------------	---	------------------	----------------------------------	--

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1. ОБЪЕМ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего часов	Курс
		№3 часов
1	2	3
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	12	12
В том числе:	-	-
Лекции (Л)	4	4
Практические занятия (ПЗ), Семинары (С)	8	8
Лабораторные работы (ЛР)		
Контрольная работа		
Самостоятельная работа студента (всего)	132	132
В том числе	-	-
<i>СРС в семестре:</i>	123	123
Курсовая работа	КП	-
	КР	-
Другие виды СРС:	-	-
Выполнение индивидуальных расчетных заданий	24	24
Подготовка отчета по индивидуальным расчетным заданиям	12	12
Подготовка и выполнение контрольной работы	21	21
Подготовка к тестированию знаний фактического материала	12	12
Работа с основной литературой	30	30
Работа с дополнительной литературой	24	24
<i>СРС в период сессии</i>	9	9
Вид промежуточной аттестации	экзамен (Экз),	Экз
ИТОГО: Общая трудоемкость	Часов	144
	зач. ед.	4

2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Содержание разделов учебной дисциплины

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Содержание раздела в дидактических единицах
1	2	3	4
4	1	Вводные понятия	Вычислительные модели. Вычислительная физика. Приближенные числа. Понятие погрешности. Погрешности вычислений. Источники погрешности. Уменьшение погрешности. Устойчивость. Корректность. Сходимость.
	2	Решение систем линейных уравнений	Задачи линейной алгебры. Прямые методы решения. Метод Крамера. Метод Гаусса. Метод прогонки. Итерационные методы решения. Метод простой итерации. Метод Гаусса - Зейделя.
	3	Методы аппроксимации.	Понятие о приближении функции. Точечная аппроксимация. Непрерывная аппроксимация. Интерполирование. Использование рядов. Использование полиномов. Полином Лагранжа, полином Ньютона. Линейная интерполяция. Аппроксимация методом наименьших квадратов. Выражение коэффициентов линейной аппроксимации в методе наименьших квадратов.
	4	Методы решения нелинейных уравнений и систем уравнений	Решение нелинейных уравнений. Теорема о существовании решения нелинейного уравнения произвольного вида. Геометрическая интерпретация решения одного нелинейного уравнения. Метод деления отрезка пополам (метод дихотомии, метод бисекции). Метод хорд (секущих). Метод Ньютона (касательных). Метод простых итераций. Решение алгебраических уравнений. Решение системы нелинейных уравнений..
	5	Численное интегрирование	Метод прямоугольников и трапеций. Метод Симпсона. Использование сплайнов. Адаптивные алгоритмы. Особые случаи. Кратные интегралы. Метод Монте – Карло.
	6	Численные методы поиска решений обыкновенных дифференциальных уравнений	Постановка задач. Разностные методы. Задача Коши. Метод Эйлера. Модифицированный метод Эйлера. Методы Рунге – Кутты. Многошаговые методы. Повышение точности решения.

			Краевые задачи. Метод стрельбы (пристрелки). Метод конечных разностей.
--	--	--	--

2.2. Разделы учебной дисциплины, виды учебной деятельности и формы контроля

№ курса	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестрам)
			Л	ЛР	ПЗ/С	СРС	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	1	Вводные понятия		-	1	20	21	Выполнение индивидуальных расчетных заданий
	2	Решение систем линейных уравнений	1	-	2	20	23	Тестирование Выполнение индивидуальных расчетных заданий Отчет по подготовке проектной работы (7 неделя)
	3	Методы аппроксимации.	1	-	1	20	22	Выполнение индивидуальных расчетных заданий тестирование
	4	Методы решения нелинейных уравнений и систем уравнений.	1	-	2	21	23	Выполнение индивидуальных расчетных заданий
	5	Численное интегрирование	1		1	21	23	Тестирование Выполнение индивидуальных расчетных заданий)
	6	Численные методы поиска решений обыкновенных дифференциальных уравнений			1	21	22	Выполнение индивидуальных расчетных заданий
			По пунктам 1-6		-	-	9	9
		ИТОГО за семестр	4	-	8	132	144	Экзамен
		ИТОГО	4	-	8	132	144	Экзамен

2.3 . Лабораторный практикум *не предусмотрен.*

2.4 Курсовые работы *не предусмотрены.*

3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТА

3.1. Виды СРС

№ курса	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Виды СРС	Всего часов
1	2	3	4	5
3	1.	Вводные понятия	<ul style="list-style-type: none"> • Подготовка и выполнение контрольной работы, • Подготовка к тестированию знаний фактического материала • Работа с основной литературой • Работа с дополнительной литературой • Выполнение индивидуальных расчетных заданий • Подготовка отчета по идз 	3 2 5 4 4 2
	2.	Решение систем линейных уравнений	<ul style="list-style-type: none"> • Подготовка и выполнение контрольной работы, • Подготовка к тестированию знаний фактического материала • Работа с основной литературой • Работа с дополнительной литературой • Выполнение индивидуальных расчетных заданий • Подготовка отчета по идз 	3 2 5 4 4 2
	3.	Методы аппроксимации	<ul style="list-style-type: none"> • Подготовка и выполнение контрольной работы, • Подготовка к тестированию знаний фактического материала • Работа с основной литературой • Работа с дополнительной литературой • Выполнение индивидуальных расчетных заданий • Подготовка отчета по идз 	3 2 5 4 4 2
	4.	Методы решения нелинейных уравнений и систем уравнений	<ul style="list-style-type: none"> • Подготовка и выполнение контрольной работы, • Подготовка к тестированию знаний фактического материала • Работа с основной литературой • Работа с дополнительной литературой • Выполнение индивидуальных расчетных заданий • Подготовка отчета по идз 	4 2 5 4 4 2
	5.	Численное интегрирование	<ul style="list-style-type: none"> • Подготовка и выполнение контрольной работы, • Подготовка к тестированию знаний фактического материала • Работа с основной литературой • Работа с дополнительной литературой • Выполнение индивидуальных расчетных заданий • Подготовка отчета по идз 	4 2 5 4 4 2
	6.	Численные методы поиска решений обыкновенных дифференциальных уравнений	<ul style="list-style-type: none"> • Подготовка и выполнение контрольной работы, • Подготовка к тестированию знаний фактического материала 	4 2

		<ul style="list-style-type: none"> • Работа с основной литературой • Работа с дополнительной литературой • Выполнение индивидуальных расчетных заданий • Подготовка отчета по идз 	5 4 4 2
	По пунктам 1- 6	Подготовка к экзамену	9
	ИТОГО за курс:		132
	ИТОГО		132

3.2. График работы студента

4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (см. *Фонд оценочных средств*)

4.1. Виды контроля и аттестации, формы оценочных средств

(см. *Фонд оценочных средств*)

4.2. Рейтинговая система оценки знаний обучающихся по учебной дисциплине

Рейтинговая система не используется.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература

№ п/п	Автор (ы), наименование, место издания и издательство, год	Используется при изучении и разделов	Семестр	Количество экземпляров	
				В библиотеке	На кафедре
1	Срочко, В.А. Численные методы [Электронный ресурс] : курс лекций : учебное пособие. — Санкт-Петербург : Лань, 2010. — 208 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/378 (дата обращения 01.12.2016)	3	4	ЭБС	
2	Шевцов, Г.С. Численные методы линейной алгебры [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г.С. Шевцов, О.Г. Крюкова, Б.И. Мызникова. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 496 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/1800 (дата обращения 01.12.2016)			ЭБС	

5.2. Дополнительная литература

№ п/п	Автор (ы), наименование, место издания и издательство, год	Используется при изучении и разделов	Семестр	Количество экземпляров	
				В библиотеке	На кафедре
	2	3	4	5	6
1	Измаилов, А.Ф. Численные методы оптимизации [Электронный ресурс] / А.Ф. Измаилов, М.В. Солодов. — 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Физматлит, 2008. — 320 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/2184 (дата обращения 01.12.2016)	1-2	6	ЭБС	

5.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

1. eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>, свободный (дата обращения: 10.11.2016).
2. Polpred.com Обзор СМИ [Электронный ресурс] : сайт. – Доступ после регистрации из любой точки, имеющей доступ к Интернету. – Режим доступа: <http://polpred.com> (дата обращения: 15.11.2016).
3. Лань [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.12.2016).
4. Научная библиотека РГУ имени С. А. Есенина [Электронный ресурс] : сайт. – Режим доступа: <http://library.rsu.edu.ru>, свободный (дата обращения: 15.10.2016).

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)*

Лекции по численным методам. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений [Электронный ресурс] : [сайт] // Режим доступа: <http://pers.narod.ru/study/methods/05.html> (дата обращения: 01.12.2016).

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий: *без специальных требований.*

6.2. Требования к оборудованию рабочих мест преподавателя и обучающихся: *без специальных требований.*

6.3. Требования к специализированному оборудованию: *без специальных требований.*

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (Заполняется только для стандарта ФГОС ВПО)

8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. Уделить внимание следующим понятиям (перечисление понятий) и др.
Практические занятия	Проработка рабочей программы дисциплины, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с

	текстом (указать текст из источника и др.), прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, решение расчетно-графических заданий, решений задач по алгоритму и др.
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену (зачету) необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

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

К новым информационным технологиям в образовании относятся:

- применение средств мультимедиа в образовательном процессе (например, презентации, видео);
- доступность учебных материалов через сеть Интернет для любого участника учебного процесса (например, конспекты лекций размещены в Интернет в свободном доступе, видеокурсы лекций, семинаров);
- возможность консультирования обучающихся преподавателями в любое время и в любой точке пространства посредством сети Интернет;
- внедрение системы дистанционного образования (например, трансляция лекций через Интернет в online).

10. Требования к программному обеспечению учебного процесса *не предусмотрены.*

11. Иные сведения

Вид контроля	Форма контроля	Примеры оценочных средств
1	2	3
ВК	Собеседование	1. Дайте определение абсолютной и относительной погрешности результатов основных арифметических операций.
		2. Понятие уравнений в частных производных. Методы решения дифференциальных уравнений первого и второго порядков.
		3. Решение системы линейных алгебраических уравнений методом Гаусса.
ТАТ	1. Индивидуальное домашнее задание №1	1. Дробь a заменена b , найти абсолютную и относительную погрешность замены? $a = \frac{13}{17}$ $b = 0.76$
		2. Округлить число до трех значащих цифр. Найти абсолютную и относительную погрешность? $K=0.70351$, $K^*=0.703$
		3. Дана относительная погрешность, найти абсолютную? $a=0.605$, $ \omega = 2\%$
		4. Дана абсолютная погрешность, найти относительную? $X=31.20616$ $ \Delta = 0.75 \leq 0.5 \cdot 10^1$
		5. Определить количество верных цифр в заданном числе? $a=1.46852$, $ \omega = 4.5\%$
		6. Выполнить действия, пользуясь правилами практического счета а) $0.25+10-0,00879+1871.4$ б) $17.2\sqrt{3.05+30.754\sqrt{3}}$
		7. Оценить абсолютную и относительную погрешность результата

		<p>вычислений значения функции $z = x^3 e^x - y$ при $x \equiv 3.257, y \equiv 0.2518$ (прямая задача)</p>
		<p>8. Обратная задача $z = \sin x + \frac{y}{\sqrt{x}}$. Найти абсолютную и относительную погрешность интервала $x, y \in [0.1; 0.3]$. Результат записан с тремя верными цифрами.</p>
2. Тестирование №1		<p>1. Дайте определения интерполяции, экстраполяции и аппроксимации Расположите ответы по очередности написания терминов. А) Научный метод, состоящий в замене одних объектов другими, близкими к исходным, но более простыми. Б) Способ нахождения промежуточных значений величины по имеющемуся дискретному набору известных значений В) Тип аппроксимации при котором функция аппроксимируется вне заданного интервала, т.е. не между заданными значениями.</p>
		<p>2. Число X является приближенным решением уравнения с одним неизвестным $F(X)=0$ с точностью ε, если: А) $F(\xi) = 0, \xi - X \geq \varepsilon$; Б) $F(\xi) = \varepsilon, \xi - X \leq 0$ В) $F(\xi) = 0, \xi - X \leq \varepsilon$ Г) $F(\varepsilon) = 0, \varepsilon - X \geq \xi$</p>
		<p>3. Пусть ξ – единственный корень уравнения $F(X)=0$ на отрезке $[a, b]$. Условия применимости метода половинного деления: А) $F(X)$ непрерывна на $[a, b]$, $F(a) \cdot F(b) < 0$; Б) $F'(X)$ непрерывна на $[a, b]$, $F(a) < 0$; В) $F(X)$ непрерывна на $[a, b]$, $F(a) \cdot F(b) > 0$; Г) $F'(X)$ непрерывна на $[a, b]$, $F(b) > 0$.</p>
3. Индивидуальная расчетная работа № 1		<p>1. Вычислить с помощью метода, метода Ньютона хорд корень уравнения $x^3 - 3x^2 + 9x - 8 = 0$ точностью $\varepsilon = 1.0$. Под точностью будем понимать отклонение модуля функции от нулевого значения.</p>
		<p>2. Воспользовавшись методом хорд для нахождения корня нелинейного уравнения, вычислить коэффициент гидравлического сопротивления при течении жидкости в трубопроводе с относительной шероховатостью $\varepsilon = 2 \cdot 10^{-4}$ для заданного числа Рейнольдса $Re = 2.5 \cdot 10^4$. Универсальный закон сопротивления для развитого турбулентного течения имеет вид:</p> $\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 0.884 \ln \frac{11.2 Re \sqrt{\lambda}}{2\sqrt{2} + 0.31 \varepsilon Re \sqrt{\lambda}} - 2.018$
		<p>3. Вычислить перепад давления Δp который необходим для того, чтобы перекачивать с расходом $Q = 120 \text{ м}^3/\text{ч}$ по трубопроводу радиусом $r = 0.1 \text{ м}$ длиной $l = 1 \text{ км}$ в ламинарном режиме высоковязкий застывающий мазут плотностью $\rho = 870 \text{ кг/м}^3$, если он при выбранной температуре бингамовский пластик с предельным напряжением сдвига $\tau_0 = 30 \text{ Па}$ и кинематической вязкостью $\nu = 50 \text{ м}^2/\text{с}$. Известна формула Букингема, связывающая Δp и Q:</p> $Q = \frac{\pi r^2 \Delta p}{8l \rho \nu} \left[1 - \frac{4}{3} \left(\frac{2\tau_0 l}{r \Delta p} \right) + \frac{1}{3} \left(\frac{2\tau_0 l}{r \Delta p} \right)^4 \right]$ <p>Вычисления провести, воспользовавшись методом Ньютона для решения нелинейного уравнения.</p>
4. Отчет о подготовке проектной работы		1. Список изученной литературы по теме планируемого исследования
		2. План исследования
		3. Разработанный опросный лист или анкета
5. Отчет о выполнении индивидуальной расчетной работы № 1		1. Краткое теоретическое пояснение используемых при расчетах формулах и терминах.
		2. Графическое представление информации
		3. Анализ полученных результатов и прогнозирование возможных

		<p>изменений при 1% изменении исходных требований.</p> <p>1. К эквивалентным методам преобразования системы линейных уравнений, не меняющим значение определителя матрицы системы относятся: А) замена любого уравнения на это же уравнение, умноженного на любое число, отличное от нуля; Б) перенумерация неизвестных; В) замена любого уравнения на сумму этого же уравнения и любого другого уравнения, умноженного на некоторое число; Г) перестановка уравнений</p> <p>2. Если при решении системы линейных уравнений с матрицей $A = (a_{I,J})$ модифицированным методом Гаусса на некотором шаге путем эквивалентных преобразований получено $a_{I,J} = 1$, то для получения нуля в I-той строке, J-том столбце необходимо: I-ую строку матрицы A заменить на разность этой же строки, умноженной на $(a_{I,J})$ и J-той строки; I-ую строку матрицы A заменить на сумму этой же строки и J-той строки, умноженной на $(a_{I,J})$; I-ую строку матрицы A заменить на разность этой же строки и J-той строки, умноженной на $(-a_{I,J})$; I-ую строку матрицы A заменить на сумму этой же строки и J-той строки, умноженной на $(-a_{I,J})$;</p> <p>3. При аппроксимации методом наименьших квадратов ($\varphi(x)$ – аппроксимирующая функция, y_I – значение заданной функции в узлах аппроксимации $x_I, I = \overline{1, n}$) используется критерий: $\sum_{I=1}^n (\varphi(x_I) - y_I)^2 = \min$; $\sum_{I=1}^n (\varphi(x_I)^2 - y_I^2) = \min$; $\sum_{I=1}^n (\varphi(x_I)^2 + y_I^2) = \min$; $\sum_{I=1}^n (\varphi(x_I) + y_I)^2 = \min$.</p>
	<p>6. Тестирование № 2</p> <p>7. Индивидуальная расчетная работа № 2</p>	<p>1. Найдем решение той же системы методом простой итерации, предварительно преобразовав ее так, чтобы выполнялись достаточные условия сходимости. Имеем систему: $\begin{cases} 2x_1 + 3x_2 + 4x_3 = 6 \\ 2x_1 + 4x_2 + 8x_3 = 11 \\ 4x_1 - 1x_2 + 1x_3 = -2 \end{cases}$</p> <p>2. Решение системы линейных уравнений $A\bar{x} = \bar{b}$ Решить систему линейных уравнений а) методом Гаусса, б) методом простой итерации. $A = \begin{pmatrix} 1.7 & 2.8 & 1.9 \\ 2.1 & 3.4 & 1.8 \\ 4.2 & -1.7 & 1.3 \end{pmatrix}, \bar{b} = \begin{pmatrix} 0.7 \\ 1.1 \\ 2.8 \end{pmatrix}$</p> <p>3. Решим систему двух нелинейных уравнений методом простой итерации с применением формулы Якоби: $\begin{cases} \sin(x + y) - 1.5x = 0 \\ x^2 + y^2 = 1 \end{cases} \quad \text{для } y > 0$ Решим ту же систему методом Ньютона, предварительно записав ее в требуемом виде $\begin{cases} F(x, y) = 0 \\ G(x, y) = 0 \end{cases}$</p>
	<p>8. Тестирование</p>	<p>1. Для заданных узлов интерполяции $x_I (I = \overline{0, n})$ и заданных значений</p>

№ 3	<p>функции y_I интерполяционный многочлен в форме Лагранжа имеет вид:</p> <p>а) $L(x) = \sum_{I=0}^n \left(x_I \cdot \prod_{\substack{J=0 \\ J \neq I}}^n (x - y_J) \right)$ б) $L(x) = \sum_{I=0}^n \left(y_I \cdot \prod_{\substack{J=0 \\ J \neq I}}^n (x - x_J) \right)$</p> <p>в) $L(x) = \sum_{I=0}^n \left(x_I \cdot \prod_{\substack{J=0 \\ J \neq I}}^n (x - y_J) \right)$ г) $L(x) = \sum_{I=0}^n \left(y_I \cdot \prod_{\substack{J=0 \\ J \neq I}}^n (x - x_J) \right)$</p> <hr/> <p>2. Для заданных равноотстоящих узлов интерполяции x_I ($x_I = x_0 + \hbar \cdot I, I = \overline{0, n}$) и заданных значений функции y_I первый интерполяционный многочлен Ньютона имеет вид:</p> <p>$P(x) = y_0 + \sum_{I=1}^n \frac{\Delta^I y_0}{I! \hbar^I} \prod_{J=0}^{I-1} (x - x_J)$;</p> <p>$P(x) = y_0 + \sum_{I=1}^n \frac{\Delta^I y_{n-I}}{I! \hbar^I} \prod_{\substack{J=0 \\ J \neq I}}^n (x - x_J)$;</p> <p>$P(x) = y_0 + \sum_{I=1}^n \frac{\Delta^I y_{n-I}}{I! \hbar^I} \prod_{J=0}^{I-1} (x - x_J)$.</p> <p>3 Для заданных равноотстоящих узлов x_I ($x_I = x_0 + \hbar \cdot I, I = \overline{0, n}$) и заданных значений функции $y_I = f(x_I)$ на основе интерполяционной формулы Ньютона производная:</p> <p>$f(x) \approx \frac{1}{n} \cdot \left(\Delta y_0 + \frac{\Delta^2 y_0}{2} - \frac{\Delta^3 y_0}{3} + \frac{\Delta^4 y_0}{4} - \frac{\Delta^5 y_0}{5} + \dots \right)$;</p> <p>$f(x) \approx \frac{1}{h} \cdot \left(\Delta y_0 - \frac{\Delta^2 y_0}{2} + \frac{\Delta^3 y_0}{3} - \frac{\Delta^4 y_0}{4} + \frac{\Delta^5 y_0}{5} + \dots \right)$;</p> <p>$f(x) \approx \frac{1}{h} \cdot \left(\Delta y_0 + \frac{\Delta^2 y_0}{2} - \frac{\Delta^3 y_0}{3} + \frac{\Delta^4 y_0}{4} - \frac{\Delta^5 y_0}{5} + \dots \right)$;</p> <p>$f(x) \approx \frac{1}{n} \cdot \left(\Delta y_0 - \frac{\Delta^2 y_0}{2} + \frac{\Delta^3 y_0}{3} - \frac{\Delta^4 y_0}{4} + \frac{\Delta^5 y_0}{5} + \dots \right)$.</p>
9. Отчет о выполнении индивидуальной расчетной работы № 2	<p>1. Теоретическое обоснование расчетов</p> <p>2. Расчетная часть, выполненная в одной из указанных заранее программных оболочек</p> <p>3. Ответы на контрольные вопросы</p>
10. Отчет о выполнении проектной работы	<p>1. Представление полученных данных и методики их обработки.</p> <p>2. Анализ полученных результатов и сопоставление их с исходной гипотезой</p> <p>3. Рекомендации относительно дальнейшей работы</p>
11. Индивидуальное домашнее задание № 2	<p>1. Построить многочлен Лагранжа $L_4(x)$ третьей степени, удовлетворяющий условиям $L_4(x_k) = y_k : x_k = k - 5 ; y_k = 3k^3 + 2k^2 + k + 1, k = 1, 2, 3, 4.$</p> <p>2. Для уравнения теплопроводности построить схему наивысшего порядка аппроксимации на решении, используя шаблон из перечисленных точек сетки:</p> <p>1) $(x_{m-1}, t_{n-1}), (x_{m+1}, t_{n+1}), (x_m, t_k), k = n - 1, n, n + 1$</p>

		<p>2) $(x_{m\pm 1}, t_k), (x_m, t_k), k = n, n+1$</p> <p>3) $(x_{m\pm 1}, t_n), (x_m, t_k), k = n-1, n, n+1$</p> <p>4) $(x_{m-1}, t_{n+1}), (x_{m+1}, t_{n-1}), (x_m, t_k), k = n-1, n, n+1$</p> <p>3. Построить разностную схему во внутренних узлах сетки для уравнения Пуассона с аппроксимацией на решении $O(h^4)$</p>
	12. Индивидуальное домашнее задание № 3	<p>1. Исследовать устойчивость разностной схемы с постоянным коэффициентом a с помощью спектрального признака</p> $\frac{U_m^{n+1} - U_m^n}{\tau} + a \frac{U_m^n - U_{m-1}^n}{h} = 0$ <p>2. Для уравнения $u_t - u_x = f, u(x, 0) = \varphi(x)$ используется схема</p> $\frac{U_m^{n+1} - U_m^n}{2\tau} + a \frac{U_m^n - U_{m-1}^n}{2h} = f_m^n, U_m^0 = \varphi(mh)$ <p>Как определить значения функции U_m^1, чтобы не ухудшить порядок аппроксимации на решении?</p> <p>3. Для решения системы $Ax=b$ с матрицей</p> $A = \begin{pmatrix} \alpha & \beta & 0 \\ \beta & \alpha & \beta \\ 0 & \beta & \alpha \end{pmatrix}$ <p>Применяются методы Якоби и Гаусса-Зейделя. Для каждого алгоритма найти все значения параметров α, β обеспечивающие сходимость с произвольного начального приближения.</p>
ПрАт	Экзамен	<p>1. Виды краевых задач для основных типов уравнений с частными производными.</p> <p>2. Способы построения конечно-разностных схем.</p> <p>3. Сетка, сеточные функции и разностные отношения.</p>

Планы практических занятий

Занятие №1. Тема: «Вводные понятия»

1. Основные формулы для расчета относительной погрешности функций.

Занятие №2. Тема: «Вводные понятия»

1. Основные формулы для расчета абсолютной погрешности функций

Занятие №3. Тема: «Решение систем линейных уравнений»

1. Постановка задачи. Методика решения задачи по методу Гаусса.
2. Постановка задачи. Методика решения задачи по методу Гаусса с выбором главного элемента

Занятие №4. Тема: «Решение систем линейных уравнений»

1. Постановка задачи. Метод прогонки
2. Постановка задачи. Метод LU-разложения

Занятие №5. Тема: «Решение систем линейных уравнений»

1. Итерационные методы решения СЛАУ. Метод простых итераций.
2. Итерационные методы решения СЛАУ. Метод Зейделя

Занятие №6. Тема: «Решение систем линейных уравнений»

1. Методы решения о собственных значениях и собственных векторах матриц. Метод непосредственного развертывания
2. Методы решения о собственных значениях и собственных векторах матриц. Метод итераций.

3. Методы решения о собственных значениях и собственных векторах матриц. Метод вращений.

Занятие №7. Тема: «Методы аппроксимации»

1. Методы функциональной интерполяции. Постановка задачи. Многочлен Лагранжа.
2. Методы функциональной интерполяции. Постановка задачи. Многочлены Ньютона.

Занятие №8. Тема: «Методы аппроксимации»

1. Методы аппроксимации. Постановка задачи. Линейная аппроксимация. Параболическая аппроксимация

Занятие №9. Тема: «Методы аппроксимации»

1. Методы аппроксимации. Постановка задачи. Метод наименьших квадратов.

Занятие №10. Тема: «Методы решения нелинейных уравнений и систем уравнений»

1. Методы решения нелинейных уравнений Отделение корней.
2. Методы решения нелинейных уравнений. Постановка задачи. Метод половинного деления..

Занятие №11. Тема: «Методы решения нелинейных уравнений и систем уравнений»

- 1 Методы решения нелинейных уравнений. Постановка задачи. Метод хорд.
- 2 Методы решения нелинейных уравнений. Постановка задачи. Метод простых итераций.

Занятие №12. Тема: «Методы решения нелинейных уравнений и систем уравнений»

1. Методы решения нелинейных уравнений. Постановка задачи . Метод Ньютона
2. Методы решения систем нелинейных уравнений. Постановка задачи. Метод простых итераций.

Занятие №13. Тема: «Методы решения нелинейных уравнений и систем уравнений»

1. Методы решения систем нелинейных уравнений. Постановка задачи. Метод Зейделя
2. Методы решения систем нелинейных уравнений. Постановка задачи. Упрощенный метод Ньютона.

Занятие №14. Тема: «Численное интегрирование»

1. Методы численного интегрирования. Метод прямоугольников (правых, левых, средних).

Занятие №15. Тема: «Численное интегрирование»

1. Методы численного интегрирования. Метод трапеций.
2. Методы численного интегрирования. Метод Симпсона

Занятие №16. Тема: «Численные методы поиска решений обыкновенных дифференциальных уравнений»

1. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Постановка задачи Коши. Метод Эйлера
2. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Постановка задачи Коши. Модифицированный метод Эйлера

Занятие №17. Тема: «Численные методы поиска решений обыкновенных дифференциальных уравнений»

1. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Постановка задачи Коши. Метод Рунге-Кутты.

Занятие №18. Тема: «Численные методы поиска решений обыкновенных дифференциальных уравнений»

1. Краевые задачи. Метод стрельбы (пристрелки). Метод конечных разностей

Приложение 1

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине для промежуточного контроля успеваемости

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции) или её части)	Наименование оценочного средства
1.	Численные методы и оптимизация	ОПК-5 ПК-2 ПК-5	Экзамен 4 семестр

**ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОБУЧЕНИЯ ПО УЧЕБНОЙ
ДИСЦИПЛИНЕ**

Индекс компетенции	Содержание компетенции	Элементы компетенции	Индекс элемента
ОПК-5	Способностью обосновывать принятие технического решения при разработке проекта, выбрать технические средства и технологии, в том числе с учетом экологических последствий их применения	знать	
		З1 Характеристики и свойства изучаемых объектов ;	ОПК5 З1
		З2 Ограничения изучаемых математических моделей	ОПК5 З2
		уметь	
		У1 Сформулировать цель исследования и выбрать методы решения;	ОПК5 У1
		У2 Обосновать выбор метода решения прикладной задачи	ОПК5 У2
		владеть	
		В1 Навыками систематизации изучаемых методов.	ОПК5 В1
		В2 Методами получения информации, необходимой в области информационных технологий и математической физики.	ОПК5 В2
ПК-2	способностью использовать инструментальные средства (в том числе пакеты прикладных программ) для решения прикладных инженерно-технических и технико-экономических задач, планирования и проведения работ по проекту	знать	
		З1 алгоритмы и решения прикладных задач современной вычислительной математики и физики	ПК2 З1
		Уметь	
		У1 Понимать и применять в исследовательской и прикладной деятельности современный аппарат вычислительной математики	ПК2 У1
		владеть	
		В1 Практическими навыками численного решения прикладных задач, в том числе и с использованием современных математических пакетов	ПК2 В1
		В2 Навыками организации исследования физ. процессов математическими методами	ПК2 В2
ПК-5	Способностью определять стоимостную	знать	
		З1 Численные методы, используемые при исследовании физико-	ПК5 З1

оценку основных ресурсов и затрат по реализации проекта	технических объектов.	
	З2 Методы обработки результатов и оценки погрешности	ПК5 З2
	уметь	
	У1 Выбор необходимых алгоритмов и решений прикладных задач современной вычислительной физики;	ПК5 У1
	владеть	
	В1 Современным математическим языком приемами оценки погрешностей;	ПК5 В1

**КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ
(ЭКЗАМЕН 4 СЕМЕСТР)**

№	*Содержание оценочного средства	Индекс оцениваемой компетенции и ее элементов
1	Понятие погрешности. Виды погрешности. Рассчитайте абсолютную и относительную погрешности формулы площади круга (с радиусом 0.2)	ОПК-5 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1
2	Методы решения СЛАУ. Постановка задачи. Изложите методику решения задачи по методу Гаусса .	ОПК-5 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1
3	Методы решения СЛАУ. Постановка задачи. Изложите методику решения задачи по методу Гаусса .	ОПК-5 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1
4	Постановка задачи. Изложите методику решения задачи по методу прогонки	ОПК-5 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1
5	Постановка задачи. Изложите методику решения задачи по методу LU-разложения	ОПК-5 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1
6	Итерационные методы решения СЛАУ. Изложите методику решения задачи методом простых итераций.	ОПК-5 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1
7	Итерационные методы решения СЛАУ. Изложите методику решения задачи методом Зейделя.	ОПК-5 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1
8	Методы решения о собственных значениях и собственных векторах матриц. Изложите методику решения задачи методом непосредствен-	ОПК-5 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1

	ного развертывания	
9	Методы решения о собственных значениях и собственных векторах матриц. Изложите методику решения задачи методом итераций..	ОПК-5 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1
10	Методы решения о собственных значениях и собственных векторах матриц. Изложите методику решения задачи методом вращений.	ОПК-5 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1
11	Методы решения нелинейных уравнений Изложите методы и способы отделения корней.	ОПК-5 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1
12	Методы решения нелинейных уравнений. Постановка задачи. Изложите методику решения задачи методом половинного деления.	ОПК-5 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1
13	Методы решения нелинейных уравнений. Постановка задачи. Изложите методику решения задачи методом хорд.	ОПК-5 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1
14	Методы решения нелинейных уравнений. Постановка задачи. Изложите методику решения задачи методом простых итераций	ОПК-5 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1
15	Методы решения нелинейных уравнений. Постановка задачи . Изложите методику решения задачи методом Ньютона	ОПК-5 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1
16	Методы решения систем нелинейных уравнений. Постановка задачи. Изложите методику решения задачи методом простых итераций.	ОПК-5 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1
17	Методы решения систем нелинейных уравнений. Постановка задачи. Изложите методику решения задачи методом Зейделя	ОПК-5 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1
18	Методы решения систем нелинейных уравнений. Постановка задачи. Изложите методику решения задачи упрощенным методом Ньютона	ОПК-5 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1
19	Методы функциональной интерполяции. Постановка задачи. Изложите методику решения задачи методом построения многочлена Лагранжа	ОПК-5 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1
20	Методы функциональной интерполяции. Постановка задачи. Изложите методику решения задачи методом построения многочлена Ньютона	ОПК-5 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1

21	Методы аппроксимации. Постановка задачи. Изложите методику решения задачи методом построения линейной и параболической аппроксимации .	ОПК-5 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1
22	Методы аппроксимации. Постановка задачи. Изложите методику решения задачи методом наименьших квадратов.	ОПК-5 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1
23	Методы численного интегрирования. Изложите методику решения задачи методом прямоугольников.	ОПК-5 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1
24	Методы численного интегрирования. Изложите методику решения задачи методом трапеций	ОПК-5 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1
25	Методы численного интегрирования. Изложите методику решения задачи методом Симпсона	ОПК-5 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1
26	Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Постановка задачи Коши. Изложите методику решения задачи методом Эйлера	ОПК-5 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1
27	Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Постановка задачи Коши. Изложите методику решения задачи модифицированным методом Эйлера	ОПК-5 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1
28	Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Постановка задачи Коши. Изложите методику решения задачи методом Рунге-Кутта	ОПК-5 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1
29	Изложите метод построения разностных схем.	ОПК-5 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1
30	Левая, правая и центральная разностная производная	ОПК-5 31,32, У1 У2 ПК-2 31, У1, ПК-5 31, 32, У1
31	Изложите метод сеточных функций	ОПК-5 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1
32	Обратная задача $z = \sin x + \frac{y}{\sqrt{x}}$. Найти абсолютную и относительную погрешность интервала $x, y \in [0.1; 0.3]$. Результат записан с тремя верными цифрами.	ОПК-5 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1

33	<p>Вычислить с помощью метода, метода Ньютона хорд корень уравнения $x^3 - 3x^2 + 9x - 8 = 0$ точностью $\varepsilon = 1.0$. Под точностью будем понимать отклонение модуля функции от нулевого значения</p>	<p>ОПК-5 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1</p>
34	<p>Вычислить перепад давления Δp который необходим для того, чтобы перекачивать с расходом $Q = 120 \text{ м}^3/\text{ч}$ по трубопроводу радиусом $r = 0.1 \text{ м}$ длиной $l = 1 \text{ км}$ в ламинарном режиме высоковязкий застывающий мазут плотностью $\rho = 870 \text{ кг/м}^3$, если он при выбранной температуре бингамовский пластик с предельным напряжением сдвига $\tau_0 = 30 \text{ Па}$ и кинематической вязкостью $\nu = 50 \text{ м}^2/\text{с}$. Известна формула Букингема, связывающая Δp и Q:</p> $Q = \frac{\pi r^2 \Delta p}{8l\rho\nu} \left[1 - \frac{4}{3} \left(\frac{2\tau_0 l}{r\Delta p} \right) + \frac{1}{3} \left(\frac{2\tau_0 l}{r\Delta p} \right)^4 \right].$ <p>Вычисления провести, воспользовавшись методом Ньютона для решения нелинейного уравнения</p>	<p>ОПК-5 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1</p>
35	<p>Решение системы линейных уравнений $A\bar{x} = \bar{b}$ Решить систему линейных уравнений а) методом Гаусса, б) методом простой итерации.</p> $A = \begin{pmatrix} 1.7 & 2.8 & 1.9 \\ 2.1 & 3.4 & 1.8 \\ 4.2 & -1.7 & 1.3 \end{pmatrix}, \quad \bar{b} = \begin{pmatrix} 0.7 \\ 1.1 \\ 2.8 \end{pmatrix}$	<p>ОПК-5 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1</p>
36	<p>Решим систему двух нелинейных уравнений методом простой итерации с применением формулы Якоби:</p> $\begin{cases} \sin(x + y) - 1.5x = 0 \\ x^2 + y^2 = 1 \end{cases} \quad \text{для } y > 0$ <p>Решим ту же систему методом Ньютона, предварительно записав ее в требуемом виде</p> $\begin{cases} F(x, y) = 0 \\ G(x, y) = 0 \end{cases}$	<p>ОПК-5 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1</p>
37	<p>Для заданных узлов интерполяции $x_I (I = \overline{0, n})$ и заданных значений функции y_I интерполяционный многочлен в форме Лагранжа имеет вид:</p> <p>а) $L(x) = \sum_{I=0}^n \left(x_I \cdot \prod_{\substack{J=0 \\ J \neq I}}^n (x - y_J) \right)$ б)</p> $L(x) = \sum_{I=0}^n \left(y_I \cdot \prod_{\substack{J=0 \\ J \neq I}}^n (x - x_J) \right)$	<p>ОПК-5 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1</p>

	$B) L(x) = \sum_{I=0}^n \left(x_I \cdot \sum_{\substack{J=0 \\ J \neq I}}^n (x - y_J) \right) \Gamma$ $L(x) = \sum_{I=0}^n \left(y_I \cdot \prod_{\substack{J=0 \\ J \neq I}}^n (x - x_J) \right)$	
38	<p>Построить многочлен Лагранжа $L_4(x)$ третьей степени, удовлетворяющий условиям</p> $L_4(x_k) = y_k : x_k = k - 5; y_k = 3k^3 + 2k^2 + k + 1, k = 1, 2, 3, 4$	<p>ОПК-5 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1</p>
39	<p>Для уравнения теплопроводности построить схему наивысшего порядка аппроксимации на решении, используя шаблон из перечисленных точек сетки:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) $(x_{m-1}, t_{n-1}), (x_{m+1}, t_{n+1}), (x_m, t_k), k = n - 1, n, n + 1$ 2) $(x_{m \pm 1}, t_k), (x_m, t_k), k = n, n + 1$ 3) $(x_{m \pm 1}, t_n), (x_m, t_k), k = n - 1, n, n + 1$ 4) $(x_{m-1}, t_{n+1}), (x_{m+1}, t_{n-1}), (x_m, t_k), k = n - 1, n, n + 1$ 	<p>ОПК-5 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1</p>
40	<p>Построить разностную схему во внутренних узлах сетки для уравнения Пуассона с аппроксимацией на решении $O(h^4)$</p>	<p>ОПК-5 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1</p>
41	<p>Исследовать устойчивость разностной схемы с постоянным коэффициентом a с помощью спектрального признака</p> $\frac{U_m^{n+1} - U_m^n}{\tau} + a \frac{U_m^n - U_{m-1}^n}{h} = 0$	<p>ОПК-5 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1</p>
42	<p>Для уравнения $u_t - u_x = f, u(x, 0) = \varphi(x)$ используется схема</p> $\frac{U_m^{n+1} - U_m^{n-1}}{2\tau} + a \frac{U_m^n - U_{m-1}^n}{2h} = f_m^n, U_m^0 = \varphi(mh)$ <p>Как определить значения функции U_m^1, чтобы не ухудшить порядок аппроксимации на решении?</p>	<p>ОПК-5 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1</p>
43	<p>Для решения системы $Ax=b$ с матрицей</p> $A = \begin{pmatrix} \alpha & \beta & 0 \\ \beta & \alpha & \beta \\ 0 & \beta & \alpha \end{pmatrix}$ <p>Применяются методы Якоби и Гаусса-Зейделя. Для каждого алгоритма найти все значения параметров α, β обеспечивающие сходимость с произвольного начального приближения.</p>	<p>ОПК-5 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1</p>
44	<p>Для заданных равноотстоящих узлов x_I ($x_I = x_0 + \hbar \cdot I, I = \overline{0, n}$) и заданных значений функции $y_I = f(x_I)$ на основе интерполяционной формулы Ньютона производная:</p>	<p>ОПК-5 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1</p>

	$f(x) \approx \frac{1}{n} \cdot \left(\Delta y_0 + \frac{\Delta^2 y_0}{2} - \frac{\Delta^3 y_0}{3} + \frac{\Delta^4 y_0}{4} - \frac{\Delta^5 y_0}{5} + \dots \right)$ <p>;</p> $f(x) \approx \frac{1}{h} \cdot \left(\Delta y_0 - \frac{\Delta^2 y_0}{2} + \frac{\Delta^3 y_0}{3} - \frac{\Delta^4 y_0}{4} + \frac{\Delta^5 y_0}{5} + \dots \right)$ <hr/> <p>;</p> $f(x) \approx \frac{1}{h} \cdot \left(\Delta y_0 + \frac{\Delta^2 y_0}{2} - \frac{\Delta^3 y_0}{3} + \frac{\Delta^4 y_0}{4} - \frac{\Delta^5 y_0}{5} + \dots \right)$ <p>;</p> $f(x) \approx \frac{1}{n} \cdot \left(\Delta y_0 - \frac{\Delta^2 y_0}{2} + \frac{\Delta^3 y_0}{3} - \frac{\Delta^4 y_0}{4} + \frac{\Delta^5 y_0}{5} + \dots \right)$ <p>.</p>	
45	<p>Для заданных равноотстоящих узлов интерполяции x_I ($x_I = x_0 + h \cdot I, I = \overline{0, n}$) и заданных значений функции y_I первый интерполяционный многочлен Ньютона имеет вид:</p> $P(x) = y_0 + \sum_{I=1}^n \frac{\Delta^I y_0}{I! h^I} \prod_{J=0}^{I-1} (x - x_J);$ $P(x) = y_0 + \sum_{I=1}^n \frac{\Delta^I y_{n-I}}{I! h^I} \prod_{\substack{J=0 \\ J \neq I}}^n (x - x_J);$ $P(x) = y_0 + \sum_{I=1}^n \frac{\Delta^I y_{n-I}}{I! h^I} \prod_{J=0}^{I-1} (x - x_J).$	<p>ОПК-5 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1</p>
46	<p>Найдем решение той же системы методом простой итерации, предварительно преобразовав ее так, чтобы выполнялись достаточные условия сходимости.</p> <p>Имеем систему $\begin{cases} 2x_1 + 3x_2 + 4x_3 = 6 \\ 2x_1 + 4x_2 + 8x_3 = 11 \\ 4x_1 - 1x_2 + 1x_3 = -2 \end{cases}$</p>	<p>ОПК-5 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1</p>
47	<p>При аппроксимации методом наименьших квадратов ($\varphi(x)$ – аппроксимирующая функция, y_I – значение заданной функции в узлах аппроксимации $x_I, I = \overline{1, n}$) используется критерий: $\sum_{I=1}^n (\varphi(x_I) - y_I)^2 = \min$;</p> $\sum_{I=1}^n (\varphi(x_I)^2 - y_I^2) = \min ; \sum_{I=1}^n (\varphi(x_I)^2 + y_I^2) = \min ;$ $\sum_{I=1}^n (\varphi(x_I) + y_I)^2 = \min .$	<p>ОПК-5 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1</p>
48	<p>Воспользовавшись методом хорд для нахождения корня нелинейного уравнения, вычислить коэффициент гидравлического</p>	<p>ОПК-5 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1</p>

	сопротивления при течении жидкости в трубопроводе с относительной шероховатостью $\varepsilon = 2 \cdot 10^{-4}$ для заданного числа Рейнольдса $Re = 2.5 \cdot 10^4$. Универсальный закон сопротивления для развитого турбулентного течения имеет вид: $\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 0.884 \ln \frac{11.2 Re \sqrt{\lambda}}{2\sqrt{2} + 0.31 \varepsilon Re \sqrt{\lambda}} - 2.018$	
49	Число X является приближенным решением уравнения с одним неизвестным $F(X)=0$ с точностью ε , если: А) $F(\xi) = 0, \xi - X \geq \varepsilon$; Б) $F(\xi) = \varepsilon, \xi - X \leq 0$ В) $F(\xi) = 0, \xi - X \leq \varepsilon$ Г) $F(\varepsilon) = 0, \varepsilon - X \geq \xi$	ОПК-5 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1
50	Пусть ξ – единственный корень уравнения $F(X)=0$ на отрезке $[a,b]$. Условия применимости метода половинного деления: А) $F(X)$ непрерывна на $[a,b]$, $F(a) \cdot F(b) < 0$; Б) $F'(X)$ непрерывна на $[a,b]$, $F(a) < 0$; В) $F(X)$ непрерывна на $[a,b]$, $F(a) \cdot F(b) > 0$; Г) $F'(X)$ непрерывна на $[a,b]$, $F(b) > 0$.	ОПК-5 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1
51	Обратная задача $z = \sin x + \frac{y}{\sqrt{x}}$. Найти абсолютную и относительную погрешность интервала $x, y \in [0.1; 0.3]$. Результат записан с тремя верными цифрами.	ОПК-5 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1
52	Оценить абсолютную и относительную погрешность результата вычислений значения функции $z = x^3 e^x - y$ при $x \approx 3.257, y \approx 0.2518$ (прямая задача)	ОПК-5 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1
53	Выполнить действия, пользуясь правилами практического счета а) $0.25 + 10 - 0.00879 + 1871.4$ б) $17.2 \sqrt{3.05 + 30.754 \sqrt{3}}$	ОПК-5 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1
54	Определить количество верных цифр в заданном числе? $a = 1.46852, \omega = 4.5\%$	ОПК-5 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1
55	Дана абсолютная погрешность, найти относительную? $X = 31.20616 \quad \Delta = 0.75 \leq 0.5 \cdot 10^1$	ОПК-5 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1
56	Дана относительная погрешность, найти абсолютную? $a = 0.605, \omega = 2\%$	ОПК-5 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1
57	Округлить число до трех значащих цифр. Найти абсолютную и относительную погрешность? $K = 0.70351, K^* = 0.703$	ОПК-5 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1
58	Дробь a заменена b , найти абсолютную и относительную погрешность замены? $a = \frac{13}{17}$	ОПК-5 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1

	$b = 0.76$	
59	<p>Дайте определения интерполяции, экстраполяции и аппроксимации Расположите ответы по очередности написания терминов.</p> <p>А) Научный метод, состоящий в замене одних объектов другими, близкими к исходным, но более простыми. Б) Способ нахождения промежуточных значений величины по имеющемуся дискретному набору известных значений В) Тип аппроксимации при котором функция аппроксимируется вне заданного интервала, т.е. не между заданными значениями.</p>	<p>ОПК-5 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1</p>
60	<p>Виды краевых задач для основных типов уравнений с частными производными и методы решения</p>	<p>ОПК-5 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1</p>

ПОКАЗАТЕЛИ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ (Шкалы оценивания)

Результаты выполнения обучающимся заданий оцениваются по шкале на экзамене - по пятибалльной шкале.

В основе оценивания лежат критерии порогового и повышенного уровня характеристик компетенций или их составляющих частей, формируемых на учебных занятиях по **Численные методы и оптимизация** (Таблица 2.5 рабочей программы дисциплины).

«Отлично» (5) – оценка соответствует повышенному уровню и выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

«Хорошо» (4) – оценка соответствует повышенному уровню и выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос или выполнении заданий, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

«Удовлетворительно» (3) – оценка соответствует пороговому уровню и выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, демонстрирует недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

«Неудовлетворительно» (2) – оценка выставляется обучающемуся, который не достигает порогового уровня, демонстрирует непонимание проблемы, не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.