

НАУКИ 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 **очная**

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

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.7. «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-4	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 <b>Численные методы и оптимизация</b>					
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-4	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	Знать: алгоритмы и решения прикладных задач современной вычислительной математики и физики. Уметь: Понимать и применять в исследовательской и прикладной деятельности современный аппарат вычислительной математики. Владеть: Практическими навыками численного решения прикладных задач, в том числе и с использованием современных математических пакетов Навыками организации исследования физ. процессов математическими методами.	Путем проведения лекционных, практических занятий, применения прикладных пакетов программ.	Тестирование, индивидуальные домашние задания, индивидуальные расчетные работы, проектные работы, экзамен	Пороговый: Знать алгоритмы и решения прикладных задач. Уметь проводить сравнительный анализ различных методов численного приближения. Повышенный: Владеть основными навыками систематизации изучаемых методов и выбором оптимального
ПК-5	Способностью определять стоимостную оценку основных ресурсов и	Знать Численные методы, используемые при исследовании физико-технических объектов.	Путем проведения лекционных, практических занятий, применения прикладных пакетов	Тестирование, индивидуальные домашние задания, индивидуальные расчетные работы,	Пороговый: Понимание основных фактов, концепций, принципов теории и их связь с прикладными

	<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	Семестр	
		4	3
1	2	часов	
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	54	54	
<b>В том числе:</b>	-	-	
Лекции (Л)	18	18	
Практические занятия (ПЗ), Семинары (С)	36	36	
Лабораторные работы (ЛР)			
Самостоятельная работа студента (всего)	90	90	
<b>В том числе</b>	-	-	
<i>СРС в семестре:</i>	54	54	
Курсовая работа	КП	-	-
	КР	-	-
Другие виды СРС:	-	-	
Выполнение индивидуальных расчетных заданий	12	12	
Подготовка отчета по индивидуальным расчетным заданиям	3	3	
Решение задач	18	18	
Подготовка и выполнение проектной работы	6	6	
Подготовка к тестированию знаний фактического материала	9	9	
Работа с конспектами	6	6	
<i>СРС в период сессии</i>	36	36	
Вид промежуточной аттестации	экзамен (Экз),	Экз	Экз
ИТОГО: Общая трудоемкость	Часов	144	144
	зач. ед.	4	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. 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 (модуля), виды учебной деятельности и формы контроля

№ семестра	№ 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
4	1	Вводные понятия	2	-	4	7	13	Проверка решений задач (2 неделя)
	2	Решение систем линейных уравнений	4	-	8	10	22	Тестирование (4 неделя), Проверка индивидуальных расчетных заданий (5 неделя) Отчет по подготовке проектной работы (7 неделя)
	3	Методы аппроксимации.	3	-	6	10	19	Проверка решений задач (8 неделя) тестирование (9 неделя),
	4	Методы решения нелинейных уравнений и систем уравнений.	4	-	8	10	22	Проверка индивидуальных расчетных заданий (13 неделя)
	5	Численное интегрирование	2		4	10	16	Тестирование (15 неделя), проверка решений задач (16 неделя)
	6	Численные методы поиска решений обыкновенных дифференциальных уравнений	3		6	7	16	отчетов индивидуальных расчетных заданий (17 неделя) Отчет по проектной работе (18 неделя)
			По пунктам 1-6		-	-	36	36
		ИТОГО за семестр	18	-	36	90	144	Экзамен
		ИТОГО	18	-	36	90	144	Экзамен

2.3 . Лабораторный практикум *не предусмотрен.*

2.4 Курсовые работы *не предусмотрены.*

### 3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТА

#### 3.1. Виды СРС

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Виды СРС	Всего часов
1	2	3	4	5
4	1.	Вводные понятия	Решение задач, Подготовка к тестированию знаний фактического материала Работа с конспектами	3 3 1
	2.	Решение систем линейных уравнений	Выполнение индивидуальных расчетных заданий Подготовка к выполнению проектной работы Решение задач Работа с конспектами	3 3 3 1
	3.	Методы аппроксимации	Подготовка отчета по индивидуальным расчетным заданиям Выполнение индивидуальных расчетных заданий Подготовка к тестированию знаний фактического материала Работа с конспектами	3 3 3 1
	4.	Методы решения нелинейных уравнений и систем уравнений	Решение задач Выполнение индивидуальных расчетных заданий Выполнение проектной работы Работа с конспектами	3 3 3 1
	5.	Численное интегрирование	Решение задач Выполнение индивидуальных расчетных заданий Подготовка к тестированию знаний фактического материала Работа с конспектами	3 3 3 1
	6.	Численные методы поиска решений обыкновенных дифференциальных уравнений	Решение задач Выполнение индивидуальных расчетных заданий Работа с конспектами	3 3 1
		<b>По пунктам 1- 6</b>	Подготовка к экзамену	36
ИТОГО в семестре:				90
ИТОГО				90

3.2. График работы студента  
**Семестр № 4**

Форма оценочного средства*	Условное обозначение	Номер недели																		
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Собеседование	С	С																		
Отчет по подготовке проектной работы	ОтППР								ОтППР											
Отчет по проектной работе	ОтПР																			ОтПР
Тестирование письменное, компьютерное	ТСп, ТСк					ТСк					ТСк						ТСп			
Индивидуальные домашние задания	ИДЗ			ИДЗ						ИДЗ									ИДЗ	
Выполнение индивидуальных расчетных работ	ИРР						ИРР									ИРР				
Отчет по индивидуальной расчетной работе	ОИРР																ОИРР			
Контрольный просмотр работ	КПР													КПР						

#### 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: <a href="http://e.lanbook.com/book/378">http://e.lanbook.com/book/378</a> (дата обращения 21.07.2018)	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: <a href="http://e.lanbook.com/book/1800">http://e.lanbook.com/book/1800</a> (дата обращения 21.07.2018)			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: <a href="http://e.lanbook.com/book/2184">http://e.lanbook.com/book/2184</a> (дата обращения 21.07.2018)	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: 21.07.2018).
2. Лань [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по

пароллю. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 21.07.2018).

3. Научная библиотека РГУ имени С. А. Есенина [Электронный ресурс] : сайт. – Режим доступа: <http://library.rsu.edu.ru>, свободный (дата обращения: 21.07.2018).

#### 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: 21.07.2018).

Polpred.com Обзор СМИ [Электронный ресурс] : сайт. – Доступ после регистрации из любой точки, имеющей доступ к Интернету. – Режим доступа: <http://polpred.com> (дата обращения: 21.07.2018)

#### 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; пометать 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-

	<b>графических заданий, решений задач по алгоритму и др.</b>
<b>Подготовка к экзамену</b>	<b>При подготовке к экзамену (зачету) необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.</b>

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, видео-курсы 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

Операционная система WindowsPro (договор №Tr000043844 от 22.09.15г.);

1. АнтивирусKaspersky Endpoint Security (договор №14/03/2018-0142 от 30/03/2018г.);
2. Офисное приложение LibreOffice (свободно распространяемое ПО);
3. Архиватор 7-zip(свободно распространяемое ПО);
4. Браузер изображений FastStoneImageViewer(свободно распространяемое ПО);
5. PDFридерFoxitReader(свободно распространяемое ПО);
6. PDFпринтер doPdf(свободно распространяемое ПО);
7. Медиа проигрыватель VLCmediaplayer(свободно распространяемое ПО);
8. Запись дисков ImageBurn(свободно распространяемое ПО);
9. DJVUбраузерDjVuBrowserPlug-in(свободно распространяемое ПО);

## 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-4 ПК-2 ПК-5	Экзамен 4 семестр

**ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОБУЧЕНИЯ ПО УЧЕБНОЙ  
ДИСЦИПЛИНЕ**

<b>Индекс компетенции</b>	<b>Содержание компетенции</b>	<b>Элементы компетенции</b>	<b>Индекс элемента</b>
ОПК-4	Способностью обосновывать принятие технического решения при разработке проекта, выбирать технические средства и технологии, в том числе с учетом экологических последствий их применения	<b>знать</b>	
		<b>З1</b> Характеристики и свойства изучаемых объектов ;	<b>ОПК-4 З1</b>
		<b>З2</b> Ограничения изучаемых математических моделей	<b>ОПК-4 З2</b>
		<b>уметь</b>	
		<b>У1</b> Сформулировать цель исследования и выбрать методы решения;	<b>ОПК-4 У1</b>
		<b>У2</b> Обосновать выбор метода решения прикладной задачи	<b>ОПК-4 У2</b>
		<b>владеть</b>	
		<b>В1</b> Навыками систематизации изучаемых методов.	<b>ОПК-4 В1</b>
		<b>В2</b> Методами получения информации, необходимой в области информационных технологий и математической физики.	<b>ОПК-4 В2</b>
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	<b>знать</b>	
		<b>З1</b> алгоритмы и решения прикладных задач современной вычислительной математики и физики	<b>ПК-2 З1</b>
		<b>Уметь</b>	
		<b>У1</b> Понимать и применять в исследовательской и прикладной деятельности современный аппарат вычислительной математики	<b>ПК-2 У1</b>
		<b>владеть</b>	
		<b>В1</b> Практическими навыками численного решения прикладных задач, в том числе и с использованием современных математических пакетов	<b>ПК-2 В1</b>
		<b>В2</b> Навыками организации исследования физ. процессов математическими методами	<b>ПК-2 В2</b>
ПК-5	Способностью определять стоимостную	<b>знать</b>	
		<b>З1</b> Численные методы, используемые при исследовании физико-	<b>ПК-5 З1</b>



оценку основных ресурсов и затрат по реализации проекта	технических объектов.	
	<b>З2</b> Методы обработки результатов и оценки погрешности	<b>ПК-5 З2</b>
	<b>уметь</b>	
	<b>У1</b> Выбор необходимых алгоритмов и решений прикладных задач современной вычислительной физики;	<b>ПК-5 У1</b>
	<b>владеть</b>	
	<b>В1</b> Современным математическим языком приемами оценки погрешностей;	<b>ПК5 В1</b>


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










№	*Содержание оценочного средства	Индекс оцениваемой компетенции и ее элементов
<b>1</b>	Понятие погрешности. Виды погрешности. Рассчитайте абсолютную и относительную погрешности формулы площади круга (с радиусом 0.2)	<b>ОПК-4 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1</b>
<b>2</b>	Методы решения СЛАУ. Постановка задачи. Изложите методику решения задачи по методу Гаусса .	<b>ОПК-4 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1</b>
<b>3</b>	Методы решения СЛАУ. Постановка задачи. Изложите методику решения задачи по методу Гаусса .	<b>ОПК-4 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, <b>32</b>, У1, В1</b>
<b>4</b>	Постановка задачи. Изложите методику решения задачи по методу прогонки	<b>ОПК-4 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1,</b>


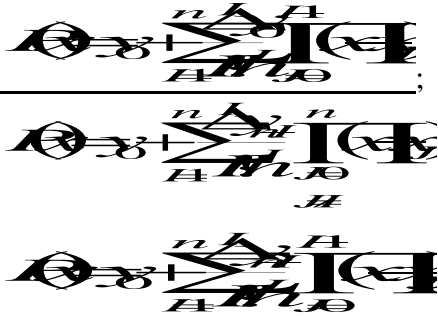

		<b>В1</b>
<b>5</b>	Постановка задачи. Изложите методику решения задачи по методу LU-разложения	<b>ОПК-4 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1</b>
<b>6</b>	Итерационные методы решения СЛАУ. Изложите методику решения задачи методом простых итераций.	<b>ОПК-4 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1</b>
<b>7</b>	Итерационные методы решения СЛАУ. Изложите методику решения задачи методом Зейделя.	<b>ОПК-4 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1</b>
<b>8</b>	Методы решения о собственных значениях и собственных векторах матриц. Изложите методику решения задачи методом непосредственного развертывания	<b>ОПК-4 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1</b>
<b>9</b>	Методы решения о собственных значениях и собственных векторах матриц. Изложите методику решения задачи методом итераций..	<b>ОПК-4 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, <b>32</b>, У1, В1</b>
<b>10</b>	Методы решения о собственных значениях и собственных векторах матриц. Изложите методику решения задачи методом вращений.	<b>ОПК-4 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1</b>
<b>11</b>	Методы решения нелинейных уравнений. Изложите методы и способы отделения корней.	<b>ОПК-4 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1</b>
<b>12</b>	Методы решения нелинейных уравнений.	<b>ОПК-4 31,32, У1</b>

	Постановка задачи. Изложите методику решения задачи методом половинного деления.	<b>У2, В1, В2</b> <b>ПК-2 31, У1, В1, В2</b> <b>ПК-5 31, 32, У1, В1</b>
<b>13</b>	Методы решения нелинейных уравнений. Постановка задачи. Изложите методику решения задачи методом хорд.	<b>ОПК-4 31,32, У1</b> <b>У2, В1, В2</b> <b>ПК-2 31, У1, В1, В2</b> <b>ПК-5 31, 32, У1, В1</b>
<b>14</b>	Методы решения нелинейных уравнений. Постановка задачи. Изложите методику решения задачи методом простых итераций	<b>ОПК-4 31,32, У1</b> <b>У2, В1, В2</b> <b>ПК-2 31, У1, В1, В2</b> <b>ПК-5 31, 32, У1, В1</b>
<b>15</b>	Методы решения нелинейных уравнений. Постановка задачи. Изложите методику решения задачи методом Ньютона	ОПК-4 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1
<b>16</b>	Методы решения систем нелинейных уравнений. Постановка задачи. Изложите методику решения задачи методом простых итераций.	ОПК-4 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1
<b>17</b>	Методы решения систем нелинейных уравнений. Постановка задачи. Изложите методику решения задачи методом Зейделя	ОПК-4 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1
<b>18</b>	Методы решения систем нелинейных уравнений. Постановка задачи. Изложите методику решения задачи упрощенным методом Ньютона	ОПК-4 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1
<b>19</b>	Методы функциональной интерполяции. Постановка задачи. Изложите методику решения задачи методом построения многочлена Лагранжа	ОПК-4 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1
<b>20</b>	Методы функциональной интерполяции. Постановка задачи. Изложите методику решения задачи методом построения многочлена Ньютона	ОПК-4 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1
<b>21</b>	Методы аппроксимации. Постановка задачи. Изложите методику решения задачи методом построения	<b>ОПК-4 31,32, У1 У2, В1, В2</b>

	линейной и параболической аппроксимация .	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-4 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-4 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-4 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-4 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-4 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-4 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-Кутты	ОПК-4 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-4 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-4 31,32, У1 У2 ПК-2 31, У1, ПК-5 31, 32, У1
31	Изложите метод сеточных функций	ОПК-4 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1
32	Изложите метод сеточных функций	ОПК-4 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1
33	Обратная задача $z = \sin x + \frac{y}{\sqrt{x}}$ . Найти абсолютную и	ОПК-4 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2

	относительную погрешность интервала $x, y \in [0; 0.3]$ . Результат записан с тремя верными цифрами.	ПК-5 31, 32, У1, В1
34	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	ОПК-4 31, 32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1
35	Вычислить перепад давления $\Delta p$ 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 $\Delta p$ и $Q$ :  . Вычисления провести, воспользовавшись методом Ньютона для решения нелинейного уравнения	ОПК-4 31, 32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1
36	Решение системы линейных уравнений $A\bar{x} = \bar{b}$ Решить систему линейных уравнений а) методом Гаусса, б) методом простой итерации. $A = \begin{pmatrix} 17 & 28 & 19 \\ 21 & 34 & 18 \\ 42 & 17 & 13 \end{pmatrix}, \bar{b} = \begin{pmatrix} 0.7 \\ 1.1 \\ 2.8 \end{pmatrix}$	ОПК-4 31, 32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1
37	Решим систему двух нелинейных уравнений методом простой итерации с применением формулы Якоби: $\begin{cases} \sin(x + y) - 1.5x = 0 \\ x^2 + y^2 = 1 \end{cases} \text{ для } y > 0$ Решим ту же систему методом Ньютона, предварительно записав ее в требуемом виде $\begin{cases} F(x, y) = 0 \\ G(x, y) = 0 \end{cases}$	ОПК-4 31, 32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1
38	Для заданных узлов интерполяции $x_i (i = \overline{0, n})$ и заданных значений функции $y_i$ интерполяционный многочлен в форме Лагранжа имеет вид: а) $I(x) = \sum_{j=0}^n x_j \cdot \prod_{\substack{k=0 \\ k \neq j}}^n \frac{x - x_k}{x_j - x_k}$ б) $I(x) = \sum_{j=0}^n y_j \cdot \prod_{\substack{k=0 \\ k \neq j}}^n \frac{x - x_k}{x_j - x_k}$ в) $I(x) = \sum_{j=0}^n x_j \cdot \prod_{\substack{k=0 \\ k \neq j}}^n \frac{x - x_k}{x_j - x_k}$ г) $I(x) = \sum_{j=0}^n y_j \cdot \prod_{\substack{k=0 \\ k \neq j}}^n \frac{x - x_k}{x_j - x_k}$	ОПК-4 31, 32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1

39	Построить многочлен Лагранжа $L_4(x)$ третьей степени, удовлетворяющий условиям $L_4(x_k) = y_k : x_k = k - 5$ ; $y_k = 2k^2 - 2k + 1, k = 1, 2, 3, 4$	ОПК-4 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1
40	Для уравнения теплопроводности построить схему наивысшего порядка аппроксимации на решении, используя шаблон из перечисленных точек сетки: 1)  2)  3)  4) 	ОПК-4 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1
41	Построить разностную схему во внутренних узлах сетки для уравнения Пуассона с аппроксимацией на решении $O(h^4)$	ОПК-4 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1
42	Исследовать устойчивость разностной схемы с постоянным коэффициентом $a$ с помощью спектрального признака 	ОПК-4 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1
43	Для уравнения $u'' = f(x)$ используется схема  $U_m^0 = \alpha(mh)$ Как определить значения функции $U_m^1$ , чтобы не ухудшить порядок аппроксимации на решении?	ОПК-4 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1
44	Для решения системы $Ax=b$ с матрицей $A = \begin{pmatrix} \alpha & \beta & 0 \\ \beta & \alpha & \beta \\ 0 & \beta & \alpha \end{pmatrix}$ Применяются методы Якоби и Гаусса-Зейделя. Для каждого алгоритма найти все значения параметров $\alpha, \beta$ обеспечивающие сходимость с произвольного начального приближения.	ОПК-4 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1
45	Для заданных равноотстоящих узлов $x_l$ ( $x_l = x_0 + lh, l = \overline{0, N}$ ) и заданных значений функции $y_l = f(x_l)$ на основе интерполяционной формулы Ньютона производная:   	ОПК-4 31,32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1

		
46	<p>Для заданных равноотстоящих узлов интерполяции <math>x_l</math> (<math>x_l = x_0 + h \cdot l, l = \overline{0, n}</math>) и заданных значений функции <math>y_l</math> первый интерполяционный многочлен Ньютона имеет вид:</p> 	<p>ОПК-4 31,32, У1 У2, В1, В2  ПК-2 31, У1, В1, В2  ПК-5 31, 32, У1, В1</p>
47	<p>Найдем решение той же системы методом простой итерации, предварительно преобразовав ее так, чтобы выполнялись достаточные условия сходимости.</p> $2x_1 + 3x_2 + 4x_3 = 6$ $2x_1 + 4x_2 + 8x_3 = 1$ $4x_1 - 1x_2 + 1x_3 = 2$ <p>Имеем систему:</p>	<p>ОПК-4 31,32, У1 У2, В1, В2  ПК-2 31, У1, В1, В2  ПК-5 31, 32, У1, В1</p>
48	<p>При аппроксимации методом наименьших квадратов (<math>\varphi(x)</math> – аппроксимирующая функция, <math>y_l</math> – значение заданной функции в узлах аппроксимации <math>x_l, l = \overline{1, n}</math>), используется критерий: <math>\sum_{l=1}^n (\varphi(x_l) - y_l)^2 = m</math>,  <math>\sum_{l=1}^n (\varphi(x_l) - y_l)^2 = m, \sum_{l=1}^n (\varphi(x_l) + y_l)^2 = m, \sum_{l=1}^n (\varphi(x_l) + y_l)^2 = m</math>.</p>	<p>ОПК-4 31,32, У1 У2, В1, В2  ПК-2 31, У1, В1, В2  ПК-5 31, 32, У1, В1</p>
49	<p>Воспользовавшись методом хорд для нахождения корня нелинейного уравнения, вычислить коэффициент гидравлического сопротивления при течении жидкости в трубопроводе с относительной шероховатостью <math>\varepsilon = 2 \cdot 10^{-4}</math> для заданного числа Рейнольдса <math>Re = 2.5 \cdot 10^4</math>.  Универсальный закон сопротивления для развитого турбулентного течения имеет вид:</p> 	<p>ОПК-4 31,32, У1 У2, В1, В2  ПК-2 31, У1, В1, В2  ПК-5 31, 32, У1, В1</p>
50	<p>Число X является приближенным решением уравнения с одним неизвестным <math>F(X)=0</math> с точностью <math>\varepsilon</math>, если: А) <math>F(X) &gt; 0 \wedge X &gt; \varepsilon</math>; Б) <math>F(X) &lt; 0 \wedge X &lt; \varepsilon</math>  В) <math>F(X) &gt; 0 \wedge X &lt; \varepsilon</math> Г) <math>F(X) &lt; 0 \wedge X &gt; \varepsilon</math></p>	<p>ОПК-4 31,32, У1 У2, В1, В2  ПК-2 31, У1, В1, В2  ПК-5 31, 32, У1, В1</p>
51	<p>Пусть <math>\xi</math> – единственный корень уравнения <math>F(X)=0</math> на отрезке <math>[a, b]</math>. Условия применимости метода половинного деления:</p>	<p>ОПК-4 31,32, У1 У2, В1, В2  ПК-2 31, У1, В1, В2  ПК-5 31, 32, У1, В1</p>

	<p>А) <math>F(X)</math> непрерывна на <math>[a, b]</math>, <math>F(a) \cdot F(b) &lt; 0</math>;</p> <p>Б) <math>F'(X)</math> непрерывна на <math>[a, b]</math>, <math>F(a) &lt; 0</math>;</p> <p>В) <math>F(X)</math> непрерывна на <math>[a, b]</math>, <math>F(a) \cdot F(b) &gt; 0</math>;</p> <p>Г) <math>F'(X)</math> непрерывна на <math>[a, b]</math>, <math>F(b) &gt; 0</math>.</p>	
52	<p>Обратная задача <math>z = \sin x + \frac{y}{\sqrt{x}}</math>. Найти абсолютную и относительную погрешность интервала <math>x, y \in [0; 0.3]</math>. Результат записан с тремя верными цифрами.</p>	<p>ОПК-4 31, 32, У1 У2, В1, В2 ПК-2 31, У1, В1, В2 ПК-5 31, 32, У1, В1</p>
53	<p>Оценить абсолютную и относительную погрешность результата вычислений значения функции <math>z = x^3 e^x - y</math> при <math>x = 0.25</math> (прямая задача)</p>	<p>ОПК-4 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.