ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО ИрГУПС)

УТВЕРЖДЕНА
приказом и.о. ректора
от «08» мая 2020 г. № 267-1

Б1.О.09 Вычислительная математика

рабочая программа дисциплины

Специальность/направление подготовки – 09.03.04 Программная инженерия
Специализация/профиль – Разработка программно-информационных систем
Квалификация выпускника – Бакалавр
Форма и срок обучения – очная форма 4 года
Кафедра-разработчик программы – Математика

Общая трудоемкость в з.е. – 3
Часов по учебному плану (УП) – 108

Формы промежуточной аттестации
очная форма обучения:
зачет 2 семестр

Очная форма обучения **Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	2	**Итого**
Вид занятий	Часов по УП	**Часов по УП**
Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/ в т.ч. в форме ПП*	51	**51**
– лекции	17	**17**
– практические (семинарские)	17	**17**
– лабораторные	17	**17**
Самостоятельная работа	57	**57**
Итого	108	**108**

ИРКУТСК

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИрГУПС и соответствует оригиналу
Подписант ФГБОУ ВО ИрГУПС Трофимов Ю.А.
00920FD815CE68F8C4CA795540563D259C с 07.02.2024 05:46 по 02.05.2025 05:46 GMT+03:00
Подпись соответствует файлу документа

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 09.03.04 Программная инженерия, утвержденным Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 19.09.2017 № 920.

Программу составил(и):

Рабочая программа рассмотрена и одобрена для использования в учебном процессе на заседании кафедры «Математика», протокол от «30» апреля 2020 г. № 17

Зав. кафедрой, к.т.н., доцент Н.Л. Рябченок

СОГЛАСОВАНО

Кафедра «Информационные системы и защита информации», протокол от «29» апреля 2020 г. № 11

Зав. кафедрой, д.т.н., доцент Л.В. Аршинский

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1 Цели дисциплины	
1	изучение методов анализа точности вычислений
2	изучение численных методов
3	формирование навыков решения типовых задач вычислительной математики
4	формирование навыков использования стандартных программных средств решения типовых задач
1.2 Задачи дисциплины	
1	освоение приемов математических вычислений, реализуемых на ПК
2	изучение основ численных методов, освоение приемов вычисления погрешностей, устойчивости и сложности вычислительных алгоритмов
3	изучение возможностей и принципов работы математических программных систем
1.3 Цель воспитания и задачи воспитательной работы в рамках дисциплины	
Профессионально-трудовое воспитание обучающихся	
Цель профессионально-трудового – формирование у обучающихся осознанной профессиональной ориентации, понимания общественного смысла труда и значимости его для себя лично, ответственного, сознательного и творческого отношения к будущей деятельности, профессиональной этики, способности предвидеть изменения, которые могут возникнуть в профессиональной деятельности, и умению работать в изменённых, вновь созданных условиях труда. Цель воспитания достигается по мере решения в единстве следующих задач: – формирование сознательного отношения к выбранной профессии; – воспитание чести, гордости, любви к профессии, сознательного отношения к профессиональному долгу, понимаемому как личная ответственность и обязанность; – формирование психологии профессионала; – формирование профессиональной культуры, этики профессионального общения; – формирование социальной компетентности и другие задачи, связанные с имиджем профессии и авторитетом транспортной отрасли	

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП	
Блок/часть ОПОП	Блок 1. Дисциплины / Обязательная часть
2.1 Дисциплины и практики, на которых основывается изучение данной дисциплины	
1	Б1.О.08 Алгебра и геометрия
2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее	
1	Б1.О.10 Дискретная математика
2	Б1.О.12 Теория вероятностей и математическая статистика
3	Б1.О.13 Математическая логика и теория алгоритмов
4	Б1.О.19 Теория принятия решений
5	Б1.О.23 Архитектура ЭВМ
6	Б1.О.28 Моделирование
7	Б1.О.29 Вычислительные алгоритмы
8	Б1.О.34 Теория информации
9	Б1.О.37 Экономика программной инженерии
10	Б2.О.04(Пд) Производственная - преддипломная практика
11	Б3.01(Д) Выполнение выпускной квалификационной работы
12	Б3.02(Д) Защита выпускной квалификационной работы
13	ФТД.01 Основы научных исследований

3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ТРЕБОВАНИЯМИ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ		
Код и наименование компетенции	**Код и наименование индикатора достижения компетенции**	**Планируемые результаты обучения**
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального	ОПК-1.1 Знает основы математики, физики, вычислительной техники и программирования	Знать: основные понятия, определения, методы и символику вычислительной математики
		Уметь: применять основные понятия при решении типовых задач вычислительной математики предложенными методами
		Владеть: основными понятиями, методами, математическим аппаратом вычислительной математики при решении стандартных задач
	ОПК-1.2 Умеет решать стандартные	Знать: основные методы и алгоритмы решения стандартных задач вычислительной математики

исследования в профессиональной деятельности	профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования	Уметь: записывать математическую постановку задач; решать стандартные профессиональные задачи используя методы вычислительной математики
		Владеть: навыками выбора, применения методов и алгоритмов для решения стандартных профессиональных задач
	ОПК-1.3 Имеет навыки теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	Знать: основные методы и приемы теоретического и экспериментального исследования, применяемые для решения задач в профессиональной деятельности
		Уметь: представлять полученные при решении результаты в терминах предметной области; выбирать оптимальный метод решения и обосновывать свой выбор
		Владеть: способами и формами представления полученных результатов теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности в терминах предметной области

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма					*Код индикатора достижения компетенции
		Семестр	Часы				
			Лек	Пр	Лаб	СР	
1.0	**Раздел 1. Особенности математических вычислений реализуемых на ПК. Элементы теории погрешности.**						
1.1	Тема 1. Теоретические основы численных методов. Математические программные системы. Погрешности вычислений. Абсолютная и относительная погрешности приближенного числа. Запись и правила округления приближенных чисел. Основные источники погрешности. Правила приближенных вычислений. Определение количества верных значащих цифр результата вычислений	2	2	2	2	6	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
2.0	**Раздел 2. Решение нелинейных уравнений и систем.**						
2.1	Тема 1. Численные методы решения нелинейных уравнений. Отделение корней. Уточнение корней. Метод половинного деления. Метод хорд. Метод касательных. Метод итераций. Условия сходимости и оценка погрешности	2	2	2	2	6	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
2.2	Тема 2. Численное решение систем линейных уравнений. Классификация методов решения. Метод исключения Гаусса с контролем. Метод простой итерации. Метод Зейделя. Условия сходимости и оценка погрешности	2	2	2	2	6	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
3.0	**Раздел 3. Интерполяция и аппроксимации функций.**						
3.1	Тема 1. Задача интерполирования. Построение интерполирующей функции. Интерполяционная формула Лагранжа. Интерполяционная формула Ньютона. Сплайн-интерполяция	2	1	1	1	5	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
3.2	Тема 2. Подбор эмпирической формулы. Метод выравнивания. Определение параметров эмпирической формулы методом наименьших квадратов	2	2	2	2	6	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
4.0	**Раздел 4. Численное дифференцирование и интегрирование функций.**						
4.1	Тема 1. Численное дифференцирование функции. Погрешности, возникающие при численном дифференцировании. Приближенное вычисление определенных интегралов: квадратурные формулы с равноотстоящими узлами. Оценка погрешности	2	2	2	2	8	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
5.0	**Раздел 5. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем.**						
5.1	Тема 1. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем. Метод Эйлера, модифицированный метод Эйлера, метод Рунге-Кутта. Оценка погрешности	2	2	2	2	6	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
5.2	Тема 2. Краевая задача. Численные методы решения краевой задачи. Метод конечных разностей	2	2	2	2	6	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма					*Код индикатора достижения компетенции
		Семестр	Часы				
			Лек	Пр	Лаб	СР	
6.0	**Раздел 6. Решение дифференциальных уравнений в частных производных.**						
6.1	Тема 1. Теория уравнений в частных производных. Классификация уравнений. Построение математических моделей уравнений теплопроводности, колебаний струны и Лапласа. Метод сеток	2	2	2	2	8	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
	Форма промежуточной аттестации – зачет	2					ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
	Итого часов (без учёта часов на промежуточную аттестацию)		17	17	17	57	

5 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине оформлен в виде приложения № 1 к рабочей программе дисциплины и размещен в электронной информационно-образовательной среде Университета, доступной обучающемуся через его личный кабинет

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

6.1.1 Основная литература

	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.1.1	Блатов, И. А. Вычислительная математика : учебное пособие / И. А. Блатов, О. В. Старожилова. — Самара : ПГУТИ, 2017. — 205 с. — URL: https://e.lanbook.com/book/182330 (дата обращения: 15.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн
6.1.1.2	Гильмутдинов, Р. Ф. Численные методы : учебное пособие / Р. Ф. Гильмутдинов, К. Р. Хабибуллина ; Министерство образования и науки России. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2018. — 92 с. — URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=500887 (дата обращения: 18.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн
6.1.1.3	Копченова, Н. В. Вычислительная математика в примерах и задачах : учебное пособие / Н. В. Копченова, И. А. Марон. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 368 с. — URL: https://e.lanbook.com/book/171859 (дата обращения: 15.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн
6.1.1.4	Срочко, В. А. Численные методы. Курс лекций : курс лекций / В. А. Срочко. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 208 с. — URL: https://e.lanbook.com/book/210359 (дата обращения: 15.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн
6.1.1.5	Летова, Т. А. Методы оптимизации. Практический курс : учебное пособие / Т. А. Летова, А. В. Пантелеев. — Москва : Логос, 2011. — 424 с. — URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=84995 (дата обращения: 18.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн

6.1.2 Дополнительная литература

	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.2.1	Бояркина, Галина Петровна Математическое моделирование систем и процессов : учеб. пособие / Г. П. Бояркина, Х. Н. Багдуева, Т. Л. Алексеева ; Федер. агентство ж.-д. трансп., Иркут. гос. ун-т путей сообщ. — Иркутск : ИрГУПС, 2011. — Ч. 1 : Численные методы, 2011. — 158 с. — Текст : непосредственный.	209

6.1.3 Учебно-методические разработки (в т. ч. для самостоятельной работы обучающихся)

	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.3.1	Алексеева, Т.Л. Методические указания по изучению дисциплины Б1.О.09 Вычислительная математика по направлению подготовки 09.03.04 Программная инженерия, профиль Разработка программно-информационных систем/ Т.Л. Алексеева; Иркут. гос. ун-т путей сообщ. – Иркутск: ИрГУПС, 2023. – 12 с. - Текст: электронный. - URL: https://www.irgups.ru/eis/for_site/umkd_files/mu_1791_1398_2020_1_signed.pdf	Онлайн
6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»		
6.2.1	Электронно-библиотечная система «Издательство Лань», https://e.lanbook.com/	
6.2.2	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн», https://biblioclub.ru/	
6.2.3	Электронно-библиотечная система «Образовательная платформа ЮРАЙТ», https://urait.ru/	
6.3 Программное обеспечение и информационные справочные системы		
6.3.1 Базовое программное обеспечение		
6.3.1.1	Microsoft Windows Professional 10, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01	
6.3.1.2	Microsoft Office Russian 2010, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01	
6.3.1.3	FoxitReader, свободно распространяемое программное обеспечение http://free-software.com.ua/pdf-viewer/foxit-reader/	
6.3.1.4	Adobe Acrobat Reader DC свободно распространяемое программное обеспечение https://get.adobe.com/ru/reader/enterprise/	
6.3.1.5	Яндекс. Браузер. Прикладное программное обеспечение общего назначения, Офисные приложения, лицензия – свободно распространяемое программное обеспечение по лицензии BSD License	
6.3.2 Специализированное программное обеспечение		
6.3.2.1	MathCAD_student 15.0 Academic_License, Customer Number 434692, контракт от 03.12.2012 № 0334100010012000148-0000756-01	
6.3.2.2	MatLab Classroom, R2015a, R2015b, контракт от 09.07.2014 № 0334100010014000028-0000756-01.	
6.3.2.3	MatLab Classroom, R2010a, R2010b, лицензия от 16.03.2011 № 689810, ГК № 0334100010011000032-00000756-01	
6.3.2.4	Simulink Classroom R2010a, R2010b, лицензия № 689810 сетевая, государственный контракт от 06.07.2011 №3341000100110001 14-0000756-01	
6.3.3 Информационные справочные системы		
6.3.3.1	Не предусмотрены	
6.4 Правовые и нормативные документы		
6.4.1	Не предусмотрены	

7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	
1	Корпуса А, Б, В, Г, Д, Е ИрГУПС находятся по адресу г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15; корпус Л ИрГУПС находится – по адресу г. Иркутск, ул. Лермонтова, д.80
2	Учебная аудитория Г-103 для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель.
3	Учебная аудитория Г-207 для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель. Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (плакаты).
4	Учебная аудитория Г-212 для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель. Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (плакаты).
5	Учебная аудитория Г-223 для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель. Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (плакаты).
6	Учебная аудитория Г-301 для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель, мультимедиапроектор, (ноутбук переносной). Для проведения занятий

	имеются учебно-наглядные пособия (плакаты).
7	Учебная аудитория Г-305 для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель, мультимедиапроектор, (ноутбук переносной). Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (плакаты).
8	Учебная аудитория Г-307 для проведения практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель, компьютеры с подключением к сети Интернет, обеспечивающие доступ в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС, учебно-наглядные пособия (плакаты).
9	Учебная аудитория Г-315 для проведения практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель, компьютеры с подключением к сети Интернет, обеспечивающие доступ в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС.
10	Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС. Помещения для самостоятельной работы обучающихся: – читальные залы; – учебные залы вычислительной техники А-401, А-509, А-513, А-516, Д-501, Д-503, Д-505, Д-507; – помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – А-521

8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекция	Лекция (от латинского «lection» – чтение) – вид аудиторных учебных занятий. Лекция: закладывает основы научных знаний в систематизированной, последовательной, обобщенной форме; раскрывает состояние и перспективы развития соответствующей области науки и техники; концентрирует внимание обучающихся на наиболее сложных, узловых вопросах; стимулирует познавательную активность обучающихся. Во время лекционных занятий обучающийся должен уметь сконцентрировать внимание на изучаемых проблемах и включить в работу все виды памяти: словесную, образную и моторно-двигательную. Для этого весь материал, излагаемый преподавателем, обучающемуся необходимо конспектировать. На полях конспекта следует помечать вопросы, выделенные обучающимся для консультации с преподавателем. Выводы, полученные в виде формул, рекомендуется в конспекте подчеркивать или обводить рамкой, чтобы лучше запоминались. Полезно составить краткий справочник, содержащий определения важнейших понятий лекции. К каждому занятию следует разобрать материал предыдущей лекции. Изучая материал по учебнику или конспекту лекций, следует переходить к следующему вопросу только в том случае, когда хорошо усвоен предыдущий вопрос. Ряд вопросов дисциплины может быть вынесен на самостоятельное изучение. Такое задание требует оперативного выполнения. В конспекте лекций необходимо оставить место для освещения упомянутых вопросов. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии
Практическое занятие	Практическое занятие – вид аудиторных учебных занятий, целенаправленная форма организации учебного процесса, при реализации которой обучающиеся по заданию и под руководством преподавателя выполняют практические задания. Практические задания направлены на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами работы, в процессе которых вырабатываются умения и навыки выполнения тех или иных учебных действий в данной сфере науки. Практические занятия развивают научное мышление и речь, позволяют проверить знания обучающихся, выступают как средства оперативной обратной связи; цель практических занятий – углублять, расширять, детализировать знания, полученные на лекции, в обобщенной форме и содействовать выработке навыков профессиональной деятельности. На практических занятиях подробно рассматриваются основные вопросы дисциплины, разбираются основные типы задач. К каждому практическому занятию следует заранее самостоятельно выполнить домашнее задание и выучить лекционный материал к следующей теме. Систематическое выполнение домашних заданий обязательно

	и является важным фактором, способствующим успешному усвоению дисциплины
Лабораторная работа	Основной целью лабораторных работ является теоретическое обоснование, наглядное и/или экспериментальное подтверждение и/или проверка существенных теоретических положений (законов, закономерностей) анализ существующих методик и методов их реализации и т.д. Они занимают преимущественное место при изучении дисциплин обязательной части и части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1. Исходя из цели, содержанием лабораторных работ могут быть: - экспериментальная проверка формул, методик расчета; - проведение натурных измерений свойств, рабочих параметров, режимов работы при помощи лабораторного оборудования и/или стендов и макетов; - ознакомление, анализ и теоретические выкладки по устройству, принципу действия и способам обслуживания аппаратов, деталей машин, механизмов, процессов, протекающих в них при этом и т.д.; - наглядная графическая интерпретация чертежей, схем, объемных поверхностей и т.д., воспроизводимых с помощью специализированного программного обеспечения; - имитационное моделирование процессов, протекающих в сложных химических, физических, механических, электрических и пр. объектах; - наглядное представление о работе персонала конкретной организации или подразделения ОАО «РЖД» посредством моделирования штатных и внештатных ситуаций в виртуальных специализированных АРМ (автоматизированных рабочих мест); - установление и подтверждение закономерностей (путем сравнения проведенного эксперимента и рассчитанных значений) и т.д.; - ознакомление с методиками проведения экспериментов, наглядным устройством стенд-макетов и пр.; - установление свойств веществ, их качественных и количественных характеристик; - анализ различных характеристик процессов, в том числе производственных и иных процессов; - расчет параметров различных явлений и процессов, смоделировать которые не возможно в реальных условиях (например, чрезвычайные ситуации и пр.); - наблюдение развития явлений, процессов и др. Допускается иное содержание лабораторных работ, если это будет способствовать реализации целей и задач дисциплины и формированию соответствующих компетенций. По характеру выполняемых лабораторных работ возможны: - ознакомительные работы, используемые для закрепления изученного теоретического материалы; - аналитические работы, используемые для получения новой информации на основе формализованных методов; - творческие работы, ориентированные на самостоятельный выбор подходов решения задач. Прежде, чем приступить к лабораторным занятиям, обучающимся необходимо повторить теоретический материал по теме работы. Каждая лабораторная работа оснащена методическими указаниями, разработанными преподавателями, ведущими дисциплину
Самостоятельная работа	Обучение по дисциплине «Вычислительная математика» предусматривает активную самостоятельную работу обучающегося. В разделе 4 рабочей программы, который называется «Структура и содержание дисциплины», все часы самостоятельной работы расписаны по темам и вопросам, а также указана необходимая учебная литература: обучающийся изучает учебный материал, разбирает примеры и решает разноуровневые задачи в рамках выполнения как общих домашних заданий, так и индивидуальных домашних заданий (ИДЗ) и других видов работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины. При выполнении домашних заданий обучающемуся следует обратиться к задачам, решенным на предыдущих практических занятиях, решенным домашним работам, а также к примерам, приводимым лектором. Если этого будет недостаточно для выполнения всей работы можно дополнительно воспользоваться учебными пособиями, приведенными в разделе 6.1 «Учебная литература». Если, несмотря на изученный материал, задание выполнить не удается, то в обязательном порядке необходимо посетить консультацию преподавателя, ведущего практические занятия, и/или консультацию лектора. Домашние задания, индивидуальные домашние задания и другие работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины должны быть выполнены обучающимся в установленные преподавателем сроки в соответствии с требованиями к оформлению текстовой и графической документации, сформулированным в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль»
Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины (модуля), размещен в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС,	

доступной обучающемуся через его личный кабинет

Приложение № 1 к рабочей программе

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

1. Общие положения

Фонд оценочных средств (ФОС) является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения обучающимися образовательной программы.

Фонд оценочных средств предназначен для использования обучающимися, преподавателями, администрацией ИрГУПС, а также сторонними образовательными организациями для оценивания качества освоения образовательной программы и уровня сформированности компетенций у обучающихся.

Задачами ФОС являются:

– оценка достижений обучающихся в процессе изучения дисциплины;

– обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс;

– самоподготовка и самоконтроль обучающихся в процессе обучения.

Фонд оценочных средств сформирован на основе ключевых принципов оценивания: валидность, надежность, объективность, эффективность.

Для оценки уровня сформированности компетенций используется трехуровневая система:

– минимальный уровень освоения, обязательный для всех обучающихся по завершению освоения образовательной программы; дает общее представление о виде деятельности, основных закономерностях функционирования объектов профессиональной деятельности, методов и алгоритмов решения практических задач;

– базовый уровень освоения, превышение минимальных характеристик сформированности компетенций; позволяет решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам;

– высокий уровень освоения, максимально возможная выраженность характеристик компетенций; предполагает готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении.

2. Перечень компетенций, в формировании которых участвует дисциплина.
Программа контрольно-оценочных мероприятий.
Показатели оценивания компетенций, критерии оценки

Дисциплина «Вычислительная математика» участвует в формировании компетенций:

ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

Программа контрольно-оценочных мероприятий очная форма обучения

№	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
2 семестр				
1.0	**Раздел 1. Особенности математических вычислений реализуемых на ПК. Элементы теории погрешности**			
1.1	Текущий контроль	Тема 1. Теоретические основы численных методов. Математические программные системы. Погрешности вычислений. Абсолютная и относительная погрешности приближенного числа. Запись и правила округления приближенных чисел. Основные источники погрешности. Правила приближенных вычислений. Определение количества верных значащих цифр результата вычислений	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Лабораторная работа (письменно/устно) Проверочная работа (устно/письменно)
2.0	**Раздел 2. Решение нелинейных уравнений и систем**			
2.1	Текущий контроль	Тема 1. Численные методы решения нелинейных уравнений. Отделение корней. Уточнение корней. Метод половинного деления. Метод хорд. Метод касательных. Метод итераций. Метод Ньютона. Условия сходимости и оценка погрешности	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Лабораторная работа (письменно/устно) Разноуровневые задачи (задания/письменно)
2.2	Текущий контроль	Тема 2. Численное решение систем линейных уравнений. Классификация методов решения. Метод исключения Гаусса с контролем. Метод простой итерации. Метод Зейделя. Условия сходимости и оценка погрешности	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Лабораторная работа (письменно/устно) Разноуровневые задачи (задания/письменно)
3.0	**Раздел 3. Интерполяция и аппроксимации функций**			
3.1	Текущий контроль	Тема 1. Задача интерполирования. Построение интерполирующей функции. Интерполяционная формула Лагранжа. Интерполяционная формула Ньютона. Сплайн-интерполяция	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Лабораторная работа (письменно/устно) Разноуровневые задачи (задания/письменно)
3.2	Текущий контроль	Тема 2. Подбор эмпирической формулы. Метод выравнивания. Определение параметров эмпирической формулы методом	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Лабораторная работа (письменно/устно) Разноуровневые задачи (задания/письменно)

		наименьших квадратов		
4.0	**Раздел 4. Численное дифференцирование и интегрирование функций**			
4.1	Текущий контроль	Тема 1. Численное дифференцирование функции. Погрешности, возникающие при численном дифференцировании. Приближенное вычисление определенных интегралов: квадратурные формулы с равноотстоящими узлами. Оценка погрешности	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Лабораторная работа (письменно/устно) Разноуровневые задачи (задания/письменно)
5.0	**Раздел 5. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем**			
5.1	Текущий контроль	Тема 1. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем. Метод Эйлера, модифицированный метод Эйлера, метод Рунге-Кутта. Оценка погрешности	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Лабораторная работа (письменно/устно) Разноуровневые задачи (задания/письменно)
5.2	Текущий контроль	Тема 2. Краевая задача. Численные методы решения краевой задачи. Метод конечных разностей	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Лабораторная работа (письменно/устно) Разноуровневые задачи (задания/письменно)
6.0	**Раздел 6. Решение дифференциальных уравнений в частных производных**			
6.1	Текущий контроль	Тема 1. Теория уравнений в частных производных. Классификация уравнений. Построение математических моделей уравнений теплопроводности, колебаний струны и Лапласа. Метод сеток	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Лабораторная работа (письменно/устно) Разноуровневые задачи (задания/письменно)
	Промежуточная аттестация		ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Зачет (собеседование) Зачет - тестирование (компьютерные технологии)

*Форма проведения контрольно-оценочного мероприятия: устно, письменно, компьютерные технологии.

Описание показателей и критериев оценивания компетенций. Описание шкал оценивания

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся проводятся в целях установления соответствия достижений обучающихся поэтапным требованиям образовательной программы к результатам обучения и формирования компетенций.

Текущий контроль успеваемости – основной вид систематической проверки знаний, умений, навыков обучающихся. Задача текущего контроля – оперативное и регулярное управление учебной деятельностью обучающихся на основе обратной связи и корректировки. Результаты оценивания учитываются в виде средней оценки при проведении промежуточной аттестации.

Для оценивания результатов обучения используется четырехбалльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и двухбалльная шкала: «зачтено», «не зачтено».

Перечень оценочных средств, используемых для оценивания компетенций, а также краткая характеристика этих средств приведены в таблице.

Текущий контроль

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Разноуровневые задачи (задания)	Различают задачи: – репродуктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины; может быть использовано для оценки знаний и умений обучающихся; – реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей; может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся; – творческого уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения; может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Комплект разноуровневых задач и заданий или комплекты задач и заданий определенного уровня
2	Лабораторная работа	Средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно/устно излагать суть поставленной задачи, самостоятельно применять стандартные методы решения поставленной задачи с использованием имеющейся лабораторной базы, проводить анализ полученного результата работы. Может быть использовано для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Образец задания для выполнения лабораторной работы и примерный перечень вопросов для ее защиты
3	Проверочная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для выполнения заданий определенного типа по теме или разделу. Может быть использовано для оценки знаний и умений обучающихся.	Комплекты заданий для выполнения проверочных работ по темам дисциплины

Промежуточная аттестация

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Зачет	Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыков и (или) опыта деятельности обучающегося по дисциплине. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Перечень теоретических вопросов и практических заданий к зачету
2	Тест – промежуточная аттестация в форме зачета	Система автоматизированного контроля освоения компетенций (части компетенций) обучающимся по дисциплине (модулю) с использованием информационно-коммуникационных технологий. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Фонд тестовых заданий

Критерии и шкалы оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета. Шкала оценивания уровня освоения компетенций

Шкала оценивания	Критерии оценивания	Уровень освоения компетенции
«зачтено»	Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил практические задания. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы	Высокий
	Обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал хорошие знания в рамках учебного материала. С небольшими неточностями выполнил практические задания. Показал хорошие умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов	Базовый
	Обучающийся с существенными неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала. С существенными неточностями выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Допустил много неточностей при ответе на дополнительные вопросы	Минимальный
«не зачтено»	Обучающийся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов	Компетенция не сформирована

Тест – промежуточная аттестация в форме зачета

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«зачтено»	Обучающийся верно ответил на 70 % и более тестовых заданий при прохождении тестирования
«не зачтено»	Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования

Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости

Разноуровневые задачи (задания)

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Демонстрирует очень высокий/высокий уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Все требования, предъявляемые к заданию, выполнены
«хорошо»		Демонстрирует достаточно высокий/выше среднего уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Все требования, предъявляемые к заданию, выполнены
«удовлетворительно»		Демонстрирует средний уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены. Демонстрирует низкий/ниже среднего уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Многие

		требования, предъявляемые к заданию, не выполнены
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Демонстрирует очень низкий уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Не ответа.

Лабораторная работа

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет без замечаний. Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; показал необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки. Работа (отчет) оформлена аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме
«хорошо»		Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет с небольшими недочетами. Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме и самостоятельно. Допущены отклонения от необходимой последовательности выполнения, не влияющие на правильность конечного результата. Работа показывает знание обучающимся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Допущены неточности и небрежность в оформлении результатов работы (отчета)
«удовлетворительно»		Лабораторная работа выполнена с задержкой, письменный отчет с недочетами. Лабораторная работа выполняется и оформляется обучающимся при посторонней помощи. На выполнение работы затрачивается много времени. Обучающийся показывает знания теоретического материала, но испытывает затруднение при самостоятельной работе с источниками знаний или приборами
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Лабораторная работа не выполнена, письменный отчет не представлен. Результаты, полученные обучающимся, не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений. Лабораторная работа не выполнена, у учащегося отсутствуют необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки

Проверочная работа

Шкала оценивания	Критерий оценки
«зачтено»	Обучающийся правильно или с небольшими неточностями выполнил задания проверочной работы
«не зачтено»	Обучающийся неправильно или с существенными неточностями выполнил задания проверочной работы

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

3.1 Типовые контрольные задания для решения разноуровневых задач (заданий)

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для решения разноуровневых задач.

Образец заданий для решения разноуровневых задач по теме
«Численные методы решения нелинейных уравнений. Отделение корней. Уточнение корней. Метод половинного деления. Метод хорд. Метод касательных. Метод итераций. Метод

Ньютона. Условия сходимости и оценка погрешности»

Решить нелинейное уравнения $x - sin(x) = 0.25$ с точностью $\varepsilon = 10^{-3}$ методом половинного деления.

Образец заданий для решения разноуровневых задач по теме
«Численное решение систем линейных уравнений. Классификация методов решения. Метод исключения Гаусса с контролем. Метод простой итерации. Метод Зейделя. Условия сходимости и оценка погрешности»

Образец заданий для решения разноуровневых задач по теме
«Задача интерполирования. Построение интерполирующей функции. Интерполяционная формула Лагранжа. Интерполяционная формула Ньютона. Сплайн-интерполяция»

Построить интерполяционный полином Лагранжа и интерполяционный полином Ньютона для функции $y = y(x)$, заданной таблично

x	0	1	2	3
y	2.083	3.102	4.529	7.822

Найти приближенные значения функции и ее производной в точке $\bar{x} = 1{,}5$.

Образец заданий для решения разноуровневых задач по теме
«Подбор эмпирической формулы. Метод выравнивания. Определение параметров эмпирической формулы методом наименьших квадратов»

Для функции, заданной таблично

x	1	2	3	4	5	6	7	8
y	2,3	7,5	14,9	24,2	35,5	48,3	62,9	78,8

подобрать эмпирическую формулу. Определить параметры по методу наименьших квадратов. Оценить погрешность полученной формулы.

Образец заданий для решения разноуровневых задач по теме
«Численное дифференцирование функции. Погрешности, возникающие при численном дифференцировании. Приближенное вычисление определенных интегралов: квадратурные формулы с равноотстоящими узлами. Оценка погрешности»

1. Пусть $y = y(t)$ путь, пройденный движущейся точкой за время t задан таблично

t	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
y	0.000	1.519	6.031	13.397	23.396	35.721	50.000	65.798	83.635	100.000

Используя конечные разности до пятого порядка включительно, приближенно найти скорость и ускорение для моментов времени 0.01, 0.02, 0.03, 0.04.

2. Вычислить приближенно $\int_0^1 \frac{dx}{1+x^2}$ с точностью $\varepsilon = 10^{-3}$, воспользовавшись той из формул приближенного интегрирования, которая потребует меньшего объема вычислений. Вычислить определенный интеграл точно и сравнить с приближенным его значением.

Образец заданий для решения разноуровневых задач по теме
«Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем. Метод Эйлера, модифицированный метод Эйлера, метод Рунге-Кутта. Оценка погрешности»

Численно решить дифференциальное уравнение $y' = \frac{y}{2x} + x^3$, $y(1) = 1$ на отрезке $[1;2]$ с шагом $h = 0{,}2$ методом Эйлера, модифицированным методом Эйлера. Найти точное решение $y = y(x)$ и сравнить значения точного и приближенных решений. Найти абсолютную погрешность для каждого метода. Вычисления вести с четырьмя десятичными знаками.

Образец заданий для решения разноуровневых задач по теме
«Краевая задача. Численные методы решения краевой задачи. Метод конечных разностей»

Методом конечных разностей найти решение краевой задачи:
$y'' + 0.4x^2y' + 5xy = 10,\ y(0) = -2, y(1) = 2$, с шагом $h = 0.2$.

Образец заданий для решения разноуровневых задач
«Тема 1. Теория уравнений в частных производных. Классификация уравнений. Построение математических моделей уравнений теплопроводности, колебаний струны и Лапласа. Метод сеток»

Решить задачу Дирихле для уравнения Лапласа методом сеток в прямоугольнике $0 \le x \le 1,\ 0 \le y \le 1$ с шагом $h = 0.25$ и с точностью $\varepsilon = 10^{-4}$ при следующих условиях: $u(x,0) = x$, $u(0,y) = y^2$, $u(x,1) = 2x^2 + 1$, $u(1,y) = 1 + 2y$.

3.2 Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ.

Примерный перечень вопросов для защиты лабораторной работы
«Тема 1. Теоретические основы численных методов. Математические программные системы. Погрешности вычислений. Абсолютная и относительная погрешности приближенного числа. Запись и правила округления приближенных чисел. Основные источники погрешности. Правила приближенных вычислений. Определение количества верных значащих цифр результата вычислений»

1. Какие виды погрешностей вы знаете?
2. Что называют абсолютной погрешностью приближенного числа?
3. Что называют относительной погрешностью приближенного числа?
4. Какие цифры в записи приближенного числа называются значащими?
5. Что значит верная цифра числа?
6. Из чего складывается общая погрешность решения задачи?
7. Сформулируйте правило округления (по дополнению).

Примерный перечень вопросов для защиты лабораторной работы
«Тема 1. Численные методы решения нелинейных уравнений. Отделение корней. Уточнение корней. Метод половинного деления. Метод хорд. Метод касательных. Метод итераций. Метод Ньютона. Условия сходимости и оценка погрешности»

1. Какое уравнение называют нелинейным?
2. Как называют этапы решения нелинейного уравнения?
3. Каковы условия существования корня уравнения на отрезке?

4. В чем заключается этап отделения корней уравнения?
5. Что означает термин: “метод расходится?”
6. Каковы условия сходимости метода простых итераций?
7. Как выбирается начальное приближение в методе простых итераций?
8. Запишите итерационную формулу метода Ньютона.
9. Как выбирается начальное приближение в методе Ньютона?
10. В чем состоит геометрический смысл метода Ньютона?

Примерный перечень вопросов для защиты лабораторной работы
«Тема 2. Численное решение систем линейных уравнений. Классификация методов решения. Метод исключения Гаусса с контролем. Метод простой итерации. Метод Зейделя. Условия сходимости и оценка погрешности»

1. Какая система алгебраических уравнений называется линейной?
2. В чем заключается метод итераций для решения систем линейных алгебраических уравнений?
3. Какие условия сходимости метода итераций для решения систем линейных алгебраических уравнений?
4. Как выбрать начальное приближение для метода итераций?
5. Каковы условия остановки метода итераций?
6. В чем отличие метода Зейделя от метода итераций?

Примерный перечень вопросов для защиты лабораторной работы
«Тема 1. Задача интерполирования. Построение интерполирующей функции. Интерполяционная формула Лагранжа. Интерполяционная формула Ньютона. Сплайн-интерполяция»

1. Сформулируйте задачу интерполяции.
2. Какое основное условие интерполяции?
3. Как связана степень интерполяционного многочлена с количеством узлов интерполяции?
4. Как строится интерполяционный многочлен Лагранжа?
5. Как строится интерполяционный многочлен Ньютона?
6. В чем суть интерполяции сплайнами?

Примерный перечень вопросов для защиты лабораторной работы
«Тема 2. Подбор эмпирической формулы. Метод выравнивания. Определение параметров эмпирической формулы методом наименьших квадратов»

1. Сформулируйте задачу аппроксимации функций.
2. Постановка задачи аппроксимации методом наименьших квадратов.
3. Что служит показателем точности аппроксимации?
4. Что такое метод наименьших квадратов и каковы его основные принципы?
5. Опишите алгоритм аппроксимации таблично заданной функции методом наименьших квадратов.
6. Как выбрать наиболее подходящую функцию для аппроксимации данных методом наименьших квадратов?

Примерный перечень вопросов для защиты лабораторной работы
«Тема 1. Численное дифференцирование функции. Погрешности, возникающие при численном дифференцировании. Приближенное вычисление определенных интегралов: квадратурные формулы с равноотстоящими узлами. Оценка погрешности»

1. При решении каких задач численное дифференцирование является предпочтительным методом?
2. Какие методы приближенного вычисления определенных интегралов вы знаете?
3. Объясните суть метода прямоугольников и когда его следует использовать?
4. Как вычислить приближенное значение определенного интеграла с помощью метода трапеций?
5. В чем заключается метод Симпсона и каковы условия его применимости?
6. Как оценить погрешность полученных результатов при использовании различных методов приближенного вычисления определенных интегралов?
7. Какой метод, по вашему мнению, является наиболее точным и почему?
8. Какие программы математического моделирования или инженерные пакеты используются для автоматизации процесса вычисления определенных интегралов?

Примерный перечень вопросов для защиты лабораторной работы
«Тема 1. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем. Метод Эйлера, модифицированный метод Эйлера, метод Рунге-Кутта. Оценка погрешности»

1. Сформулируйте задачу, которую необходимо решить с помощью численных методов в этой лабораторной работе.
2. Какие численные методы для решения обыкновенных дифференциальных уравнений вы знаете?
3. В чем суть метода Эйлера и как он работает?
4. Как вы можете оценить погрешность решения, полученную с помощью метода Эйлера?
5. В чем отличие метода Эйлера и модифицированного метода Эйлера?
6. Какова основная идея метода Рунге-Кутта?
7. В чем состоит геометрический смысл метода Эйлера?
8. Какой из используемых вами в работе методов является более точным?

Примерный перечень вопросов для защиты лабораторной работы
«Тема 2. Краевая задача. Численные методы решения краевой задачи. Метод конечных разностей»

1. Сформулируйте краевую задачу для обыкновенных дифференциальных уравнений.
2. Что такое метод конечных разностей и для чего он используется?
3. Что такое шаг сетки и как он выбирается?
4. Как оценивается ошибка решения, полученного методом конечных разностей?

Примерный перечень вопросов для защиты лабораторной работы
«Тема 1. Теория уравнений в частных производных. Классификация уравнений. Построение математических моделей уравнений теплопроводности, колебаний струны и Лапласа. Метод сеток»

1. Какое уравнение в частных производных было рассмотрено в данной лабораторной работе?
2. Какой метод вы использовали для решения данной задачи?
3. Что такое метод сеток и как он применяется для решения уравнений в частных производных?
4. Какие виды сеток используются для решения уравнений в частных производных?

5. Что является результатом решения дифференциальных уравнений в частных производных?
6. Как определяется значение искомой функции в граничных узлах сетки?
7. Как определяется значение искомой функции во внутренних узлах сетки?
8. Каким образом составляется система уравнений для определения значений искомой функции во внутренних узлах сетки?
9. Как оценивается погрешность решения, полученного методом сеток?

3.3 Типовые контрольные задания для проведения тестирования

Фонд тестовых заданий по дисциплине содержит тестовые задания, распределенные по разделам и темам, с указанием их количества и типа.

Структура фонда тестовых заданий по дисциплине

Индикатор достижения компетенции	Тема в соответствии с РПД/РПП	Характеристика ТЗ	Количество тестовых заданий, типы ТЗ
ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Тема 1. Теоретические основы численных методов. Математические программные системы. Погрешности вычислений. Абсолютная и относительная погрешности приближенного числа. Запись и правила округления приближенных чисел. Основные источники погрешности. Правила приближенных вычислений. Определение количества верных значащих цифр результата вычислений	Знание	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Умение	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Тема 1. Численные методы решения нелинейных уравнений. Отделение корней. Уточнение корней. Метод половинного деления. Метод хорд. Метод касательных. Метод итераций. Метод Ньютона. Условия сходимости и оценка погрешности	Знание	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Умение	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Тема 2. Численное решение систем линейных уравнений. Классификация методов решения. Метод исключения Гаусса с контролем. Метод простой итерации. Метод Зейделя. Условия сходимости и оценка погрешности	Знание	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Умение	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Тема 1. Задача интерполирования. Построение интерполирующей функции. Интерполяционная формула Лагранжа. Интерполяционная формула Ньютона. Сплайн-интерполяция	Знание	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Умение	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Тема 2. Подбор эмпирической формулы. Метод выравнивания. Определение параметров эмпирической формулы методом наименьших квадратов	Знание	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Умение	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
ОПК-1.1 ОПК-1.2	Тема 1. Численное дифференцирование функции. Погрешности, возникающие при численном	Знание	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ

ОПК-1.3	дифференцировании. Приближенное вычисление определенных интегралов: квадратурные формулы с равноотстоящими узлами. Оценка погрешности	Умение	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Тема 1. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем. Метод Эйлера, модифицированный метод Эйлера, метод Рунге-Кутта. Оценка погрешности	Знание	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Умение	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Тема 2. Краевая задача. Численные методы решения краевой задачи. Метод конечных разностей	Знание	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Умение	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Тема 1. Теория уравнений в частных производных. Классификация уравнений. Построение математических моделей уравнений теплопроводности, колебаний струны и Лапласа. Метод сеток	Знание	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Умение	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Итого	162 – ОТЗ 162 – ЗТЗ

Полный комплект ФТЗ хранится в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС и обучающийся имеет возможность ознакомиться с демонстрационным вариантом ФТЗ.

Ниже приведен образец типового варианта итогового теста, предусмотренного рабочей программой дисциплины.

3.4 Типовые контрольные задания для выполнения проверочных работ

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для выполнения проверочных работ.

Образец типового варианта проверочной работы
«Тема 1. Теоретические основы численных методов. Математические программные системы. Погрешности вычислений. Абсолютная и относительная погрешности приближенного числа. Запись и правила округления приближенных чисел. Основные источники погрешности. Правила приближенных вычислений. Определение количества верных значащих цифр результата вычислений»

Предел длительности контроля – 20 минут.

Предлагаемое количество заданий – 3 задания.

1. Найти произведение приближенных чисел (с учетом погрешностей), все десятичные знаки которых верны: $73.56 \cdot 12.2$.

2. Найти частное приближенных чисел (с учетом погрешностей), все десятичные знаки которых верны: $6.341 \div 6.127$.

3. Пользуясь правилами верных цифр, найти с двумя верными цифрами:

а) $\pi + 7.3$; б) $cos 0.7 \cdot ln 2$.

3.5 Перечень теоретических вопросов к зачету
(для оценки знаний)

Раздел 1. «Особенности математических вычислений реализуемых на ПК. Элементы теории погрешности»
1.1. Математические программные системы.
1.2. Погрешности вычислений. Абсолютная и относительная погрешности приближенного числа.
1.3. Запись и правила округления приближенных чисел.
1.4. Основные источники погрешности.
1.5. Правила приближенных вычислений.
1.6. Определение количества верных значащих цифр результата вычислений.

Раздел 2. «Решение нелинейных уравнений и систем»

2.1. Численное решение систем линейных уравнений. Классификация методов решения.
2.2. Метод исключения Гаусса с контролем.
2.3. Метод простой итерации.
2.4. Метод Зейделя. Условия сходимости и оценка погрешности.
2.5. Численные методы решения нелинейных уравнений. Отделение корней.
2.6. Метод половинного деления.
2.7. Метод хорд.
2.8. Метод касательных.
2.9. Метод итераций. Условия сходимости и оценка погрешности.
2.10. Метод Ньютона.

Раздел 3. «Интерполяция и аппроксимации функций»
3.1. Задача интерполирования. Построение интерполирующей функции.
3.2. Интерполяционная формула Лагранжа.
3.3. Интерполяционная формула Ньютона. Остаточные члены интерполяционных формул Лагранжа и Ньютона.
3.4. Сплайн-интерполяция.
3.5. Подбор эмпирической формулы. Метод выравнивания. Определение параметров эмпирической формулы методом наименьших квадратов.

Раздел 4. «Численное дифференцирование и интегрирование функций»

4.1. Численное дифференцирование функции. Погрешности, возникающие при численном дифференцировании.
4.2. Приближенное вычисление определенных интегралов: квадратурные формулы с равноотстоящими узлами. Оценка погрешности.
Раздел 5. «Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем»

5.1. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем. Метод Эйлера
5.2. Модифицированный метод Эйлера.
5.3. Метод Рунге-Кутта. Оценка погрешности.
5.4. Краевая задача.
5.5. Численные методы решения краевой задачи. Метод конечных разностей.

Раздел 6. «Решение дифференциальных уравнений в частных производных»

6.1. Теория уравнений в частных производных. Классификация уравнений.
6.2. Построение математических моделей уравнений теплопроводности, колебаний струны и Лапласа.
6.3. Метод сеток.

3.6 Перечень типовых простых практических заданий к зачету
(для оценки умений)

1. Абсолютные погрешности величин x и y равны $\Delta_x = 0.2$ и $\Delta_y = 0.1$. Найдите абсолютную погрешность суммы величин x и y.

2. Нелинейное уравнение записано в виде $x = 0.2x^2 - 3$. Найдите первое приближение методом итераций, если начальное приближение $x_0 = -1$.

3. Задана система линейных уравнений $\begin{cases} x_1 = 0.5x_2 - 0.1x_3, \\ x_2 = 0.1x_1 + 2, \\ x_3 = 0.1x_2. \end{cases}$ Найдите первое приближение методом простой итерации, если начальное приближение $(0;0;0)$.

4. Задана система линейных уравнений $\begin{cases} x_1 = \frac{1}{4}(3 - x_2 - x_3), \\ x_2 = \frac{1}{5}(6 + x_1 + x_3), \\ x_3 = \frac{1}{10}(1 + x_1 + 2x_2). \end{cases}$ Найдите первое приближение методом Зейделя, если начальное приближение $(0;0;1)$.

5. Для таблично заданной функции

x	0.2	0.4
y	0.96	0.84

вычислите значение $y(0.3)$ при помощи линейной интерполяции (укажите два знака после запятой).

6. Чему равен результат вычисления интеграла $\int_{-1}^{1} x^2 dx$ методом трапеций с разбиением на два интервала $(h = 1)$, укажите только целую часть.

7. Для задачи Коши $y' = \frac{x}{y}$, $y(1) = 1$ сделать один шаг по методу Эйлера с $h = 0.2$ (с точностью до одной цифры после запятой).

3.7 Перечень типовых практических заданий к зачету
(для оценки навыков и (или) опыта деятельности)

1. Записать итерационную формулу метода итераций для уравнения $x^3 - 9x^2 + 18x - 1 = 0$ и проверить сходимость итерационного процесса на отрезке $[0,1]$.

2. Построить многочлен Лагранжа, график которого проходит через точки

x	2	4	5	10

y	-7	5	8	14

3. Вычислить по формуле прямоугольников $J=\int_1^2 \frac{dx}{x^2}$ разбив интервал интегрирования на 10 частей. Вычисления вести с тремя знаками после запятой.

4. Методом Эйлера найти три значения функции y, определяемой уравнением $y'=x^2+y^3$, при начальном условии $y(0)=0$, полагая $h=0.1$.

5. Записать итерационную формулу метода Ньютона для уравнения $x^3-12x-5=0$ и проверить условие применимости метода на отрезке $[0,1]$.

6. Построить многочлен Ньютона, график которого проходит через точки

x	1	2	3	4
y	2	3	4	5

7. Вычислить по формуле трапеций $J=\int_0^1 \frac{dx}{1+x^2}$ разбив интервал интегрирования на 10 частей. Вычисления вести с тремя знаками после запятой.

8. Методом Ньютона найти корни уравнения: $x=\cos x$.

9. С помощью формулы Симпсона найти значение интеграла $\int_0^2 \sqrt{x^3+5}\,dx$.

10. Используя метод наименьших квадратов найти аппроксимирующую функцию при следующих данных

x	7	8	10	14
y	6	-2	7	3

11. Методом половинного деления найти действительный корень уравнения $x^3+2x-7=0$ на $[1.5,1.7]$.

4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

В таблице приведены описания процедур проведения контрольно-оценочных мероприятий и процедур оценивания результатов обучения с помощью оценочных средств в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Наименование оценочного средства	Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения
Разноуровневая задача (задание)	Выполнение разноуровневых задач (заданий), предусмотренных рабочей программой дисциплины, проводятся во время практических занятий. Во время выполнения задач (заданий) разрешается пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями для практических занятий
Лабораторная работа	Защита лабораторных работ проводится во время лабораторных занятий. Во время проведения защиты лабораторной работы пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями не разрешено. Преподаватель на лабораторной работе, предшествующей занятию проведения защиты лабораторной работы, доводит до обучающихся: номер защищаемой лабораторной работы, время на защиту лабораторной работы. Преподаватель информирует обучающихся о результатах защиты лабораторной работы сразу после ее контрольно-оценочного мероприятия
Проверочная работа	Проверочные работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины, проводятся во время практических занятий. Вариантов проверочной работы по теме не менее двух. Во время выполнения проверочной работы разрешено пользоваться тетрадями для практических занятий. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения проверочной работы, доводит до обучающихся тему проверочной работы, количество заданий в проверочной работе, время ее выполнения. Преподаватель информирует обучающихся о результатах проверки работы на

	следующем занятии после проведения проверочной работы; проверенные работы преподаватель возвращает обучающимся

Для организации и проведения промежуточной аттестации составляются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.

Перечень теоретических вопросов и типовые практические задания разного уровня сложности для проведения промежуточной аттестации обучающиеся получают в начале семестра через электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС (личный кабинет обучающегося).

Описание процедур проведения промежуточной аттестации в форме зачета и оценивания результатов обучения

При проведении промежуточной аттестации в форме зачета преподаватель может воспользоваться результатами текущего контроля успеваемости в течение семестра. С целью использования результатов текущего контроля успеваемости, преподаватель подсчитывает среднюю оценку уровня сформированности компетенций обучающегося (сумма оценок, полученных обучающимся, делится на число оценок).

Шкала и критерии оценивания уровня сформированности компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета по результатам текущего контроля (без дополнительного аттестационного испытания)

Средняя оценка уровня сформированности компетенций по результатам текущего контроля	Шкала оценивания
Оценка не менее 3,0 и нет ни одной неудовлетворительной оценки по текущему контролю	«зачтено»
Оценка менее 3,0 или получена хотя бы одна неудовлетворительная оценка по текущему контролю	«не зачтено»

Если оценка уровня сформированности компетенций обучающегося не соответствует критериям получения зачета без дополнительного аттестационного испытания, то промежуточная аттестация проводится в форме собеседования по перечню теоретических вопросов и типовых практических задач или в форме компьютерного тестирования.

Промежуточная аттестация в форме зачета с проведением аттестационного испытания проходит на последнем занятии по дисциплине.

При проведении промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования вариант тестового задания формируется из фонда тестовых заданий по дисциплине случайным образом, но с условием: 50 % заданий должны быть заданиями открытого типа и 50 % заданий – закрытого типа.