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 «07» июня 2021 г. № 79

Б1.О.20 Численные методы

рабочая программа дисциплины

Специальность/направление подготовки – 12.03.01 Приборостроение
Специализация/профиль – Приборы и методы контроля качества и диагностики
Квалификация выпускника – Бакалавр
Форма и срок обучения – очная форма 4 года
Кафедра-разработчик программы – Математика

Общая трудоемкость в з.е. – 5
Часов по учебному плану (УП) – 180

Формы промежуточной аттестации
очная форма обучения:
экзамен 5 семестр

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

Семестр	5	**Итого**
Вид занятий	Часов по УП	**Часов по УП**
Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/ в т.ч. в форме ПП*	85	**85**
– лекции	34	**34**
– практические (семинарские)	17	**17**
– лабораторные	34	**34**
Самостоятельная работа	59	**59**
Экзамен	36	**36**
Итого	180	**180**

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 12.03.01 Приборостроение, утвержденным Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 19.09.2017 № 945.

Программу составил(и):
к.т.н., доцент, доцент, Е. М. Лыткина

Рабочая программа рассмотрена и одобрена для использования в учебном процессе на заседании кафедры «Математика», протокол от «4» июня 2021 г. № 19

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

СОГЛАСОВАНО

Кафедра «Физика, механика и приборостроение», протокол от «4» июня 2021 г. № 18

Зав. кафедрой, к. т. н., доцент С.В. Пахомов

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1 Цели дисциплины	
1	формирование у обучающегося основных и важнейших представлений в области численных методов
2	умение реализовать численные алгоритмы с помощью ПЭВМ
3	обучение методам обработки и анализа результатов численных и натурных экспериментов
1.2 Задачи дисциплины	
1	выработать у обучающегося навыки алгоритмического мышления
2	научить подбирать адекватный метод для решения поставленной задачи в области естественных наук
3	научить реализовывать численные алгоритмы с помощью ПЭВМ
1.3 Цель воспитания и задачи воспитательной работы в рамках дисциплины	
Научно-образовательное воспитание обучающихся	
Цель научно-образовательного воспитания – создание условий для реализации научно-образовательного потенциала обучающихся в форме наставничества, тьюторства, научного творчества. Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач: – формирование системного и критического мышления, мотивации к обучению, развитие интереса к творческой научной деятельности; – создание в студенческой среде атмосферы взаимной требовательности к овладению знаниями, умениями и навыками; – популяризация научных знаний среди обучающихся; – содействие повышению привлекательности науки, поддержка научно-технического творчества; – создание условий для получения обучающимися достоверной информации о передовых достижениях и открытиях мировой и отечественной науки, повышения заинтересованности в научных познаниях об устройстве мира и общества; – совершенствование организации и планирования самостоятельной работы обучающихся как образовательной технологии формирования будущего специалиста путем индивидуальной познавательной и исследовательской деятельности	
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.04 Философия
2	Б1.О.07 Математика
3	Б1.О.08 Информатика
4	Б1.О.09 Физика
5	Б1.О.11 Экономика
6	Б1.О.12 Начертательная геометрия и инженерная графика
7	Б1.О.17 Электротехника
8	Б1.О.19 Теоретическая механика
9	Б1.О.21 Специальные разделы математики. Теория функция комплексного переменного
10	Б1.О.25 Физические основы получения информации
11	Б1.О.26 Материаловедение и технология конструкционных материалов
12	Б2.О.01(У) Учебная - ознакомительная практика
13	ФТД.01 Основы научных исследований
2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее	
1	Б1.О.22 Основы проектирования приборов и систем
2	Б1.О.23 Компьютерные технологии в приборостроении
3	Б3.01(Д) Подготовка к процедуре защиты выпускной квалификационной работы

4	Б3.02(Д) Защита выпускной квалификационной работы

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 в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства приборов и комплексов широкого назначения	ОПК-1.1 Применяет знания математики в инженерной практике при моделировании	Знать: математические методы и приемы моделирования, применяемые для решения научных, исследовательских задач
		Уметь: оценивать различные методы решения задачи и выбирать оптимальный метод
		Владеть: приемами записи результатов проведённых исследований в терминах предметной области
ОПК-4 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-4.1 Использует современные информационные технологии и программное обеспечение при решении задач профессиональной деятельности	Знать: основные методы математического моделирования, классификации моделей, методику проведения вычислительных экспериментов и составления математических моделей для обоснования принятия решений
		Уметь: применять и эффективно использовать полученную теоретическую подготовку для обоснования принятия решения
		Владеть: навыками применения математических методов и моделей, методами анализа процессов для построения их математических моделей для обоснования принятия решений
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.3 Рассматривает возможные, в том числе нестандартные варианты решения задачи, оценивая их достонства и недостатки, а также возможные последствия	Знать: базовые понятия и определения дисциплины; связи между различными понятиями; основные численные методы решения задач математического анализа
		Уметь: формулировать математическую постановку задач; анализировать задачи; применять основные понятия и определения при решении стандартных задач дисциплины предложенными методами; выбирать оптимальный вариант решения задач и обосновывать свой выбор
		Владеть: математическим аппаратом дисциплины; навыками выбора и применения методов, алгоритмов для решения проблемной ситуации

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. Численные методы алгебры.**						

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ							
Код	**Наименование разделов, тем и видов работ**	**Очная форма**					***Код индикатора достижения компетенции**
		Семестр	**Часы**				
			Лек	**Пр**	**Лаб**	**СР**	
1.1	Основные понятия и определения численных методов. Некоторые вопросы алгебры и математического анализа, необходимые при изучении численных методов Прямые методы решения линейных систем и нахождение обратной матрицы методом Гаусса, методом квадратного корня Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений.	5	3		2	2	ОПК-1.1 ОПК-4.1 УК-1.3
1.2	Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений	5	2	1	2	2	ОПК-1.1 ОПК-4.1 УК-1.3
1.3	Градиентные методы решения систем линейных алгебраических уравнений, сведение задачи численного решения СЛАУ к задаче оптимизации функции	5	2	2	2	2	ОПК-1.1 ОПК-4.1 УК-1.3
1.4	Методы решения задач о собственных значениях и собственных векторах матрицы, метод вращений. 5 Численные методы решения нелинейных уравнений	5	2	2	2	2	ОПК-1.1 ОПК-4.1 УК-1.3
1.5	Численные методы решения нелинейных-ных уравнений	5	3	2	2	2	ОПК-1.1 ОПК-4.1 УК-1.3
1.6	Выполнение РГР по теме: «Численные методы алгебры	5				18	ОПК-1.1 ОПК-4.1 УК-1.3
2.0	**Раздел 2. Численные методы математического анализа.**						
2.1	Задача интерполирования. Построение интерполирующей функции. Интерпо-ляционная формула Лагранжа. Интер-поляционная формула Ньютона. Оста-точные члены интерполяционных фор-мул Лагранжа и Ньютона	5	2		2	2	ОПК-1.1 ОПК-4.1 УК-1.3
2.2	Сплайн-интерполяция	5	1		2		ОПК-1.1 ОПК-4.1 УК-1.3
2.3	Подбор эмпирической формулы. Метод выравнивания. Определение параметров эмпирической формулы методом наименьших квадратов	5	2	4	2	2	ОПК-1.1 ОПК-4.1 УК-1.3
2.4	Численное дифференцирование функ-ции. Погрешности, возникающие при численном дифференцировании	5	1		2	2	ОПК-1.1 ОПК-4.1 УК-1.3
2.5	Приближенное вычисление определен-ных интегралов: квадратурные формулы с равноотстоящими узлами. Оценка по-грешности	5	2	2	4	2	ОПК-1.1 ОПК-4.1 УК-1.3
2.6	Численные методы решения обыкно-венных дифференциальных уравнений и систем. Метод Эйлера, модифицирован-ный метод Эйлера. Метод Рунге-Кутта. Оценка погрешности. Краевая задача. Численные методы решения краевой задачи. Метод конечных разностей.	5	4		2	2	ОПК-1.1 ОПК-4.1 УК-1.3
2.7	Численные методы решения дифферен-циальных уравнений в частных произ-водных, метод сеток для уравнения теп-лопроводности	5	2	2	2	2	ОПК-1.1 ОПК-4.1 УК-1.3
2.8	Метод сеток для волнового уравнения и уравнения Лапласа	5	2		4	2	ОПК-1.1 ОПК-4.1 УК-1.3
2.9	Выполнение РГР по теме: «Численные методы анализа	5				10	ОПК-1.1 ОПК-4.1 УК-1.3
3.0	**Раздел 3. Элементы теории устойчивости.**						
3.1	Элементы теория устойчивости. Точки покоя системы	5	2		2	1	ОПК-1.1 ОПК-4.1 УК-1.3
3.2	Устойчивость по первому приближе-нию, критерий Раусса-Гурвица	5	2		2	1	ОПК-1.1 ОПК-4.1 УК-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**	
3.3	Обзорное занятие, подготовка к экзамену	5	2	2		5	ОПК-1.1 ОПК-4.1 УК-1.3
	Форма промежуточной аттестации – экзамен	5	36				ОПК-1.1 ОПК-4.1 УК-1.3
	Итого часов (без учёта часов на промежуточную аттестацию)		34	17	34	59	

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	Вержбицкий, В.М. Численные методы : Линейная алгебра и нелинейные уравнения : учеб. пособие для ВУЗов - 2-е изд., испр. / В. М. Вержбицкий. М. : ОНИКС 21 век, 2005. - 432с.	0
6.1.1.2	Балабко, Л. В. Численные методы : учебное пособие / Л. В. Балабко, А. В. Томилова ; Северный (Арктический) федеральный университет им. М. В. Ломоносова. — Архангельск : Северный (Арктический) федеральный университет (САФУ), 2014. — 163 с. — URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436331 (дата обращения: 18.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн
6.1.1.3	Гавришина, О. Н. Численные методы : учебное пособие / О. Н. Гавришина, Ю. Н. Захаров, Л. Н. Фомина. — Кемерово : КемГУ, 2011. — 237 с. — URL: https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=30129 (дата обращения: 15.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн
6.1.1.4	Квасов, Б. И. Численные методы анализа и линейной алгебры. Использование Matlab и Scilab : учебное пособие / Б. И. Квасов. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 328 с. — URL: https://e.lanbook.com/book/212234 (дата обращения: 15.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн

6.1.2 Дополнительная литература

	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.2.1	Бояркина, Галина Петровна Численные методы : 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. - 158с.	210
6.1.2.2	Киреев, В. И. Численные методы в примерах и задачах : учебное пособие / В. И. Киреев, А. В. Пантелеев. — 4-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 448 с. — URL: https://e.lanbook.com/book/212063 (дата обращения: 15.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн

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	Методические указания по изучению дисциплины «Численные методы» разработаны на основе рабочей программы дисциплины Б1.О.20 Численные методы. Содержат указания по освоению лекционного материала, по подготовке к практическим и лабораторным занятиям и работе во время их	Онлайн

	проведения, а также указания по выполнению различных видов самостоятельной работы: расчетно-графические работы, индивидуальные домашние задания, домашние задания и указания для подготовки к промежуточной аттестации. - Текст: электронный. - URL: https://www.irgups.ru/eis/for_site/umkd_files/mu_5974_1400_2021_1_signed.pdf	
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/	
6.3 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-201 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, экран, (ноутбук переносной).
3	Учебная аудитория Г-115 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.
4	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.
5	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).
6	Учебная аудитория Е-202 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.
7	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).
8	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).
9	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).
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 «Численные методы» 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 «Численные методы» участвует в формировании компетенций:

ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства приборов и комплексов широкого назначения

ОПК-4. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

Программа контрольно-оценочных мероприятий очная форма обучения

№	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
5 семестр				
1.0	**Раздел 1. Численные методы алгебры**			
1.1	Текущий контроль	Основные понятия и определения численных методов. Некоторые вопросы алгебры и математического анализа, необходимые при изучении численных методов Прямые методы решения линейных систем и нахождение обратной матрицы методом Гаусса, методом квадратного корня Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений.	ОПК-1.1 ОПК-4.1 УК-1.3	Конспект (письменно) Разноуровневые задачи (задания/письменно)
1.2	Текущий контроль	Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений	ОПК-1.1 ОПК-4.1 УК-1.3	Разноуровневые задачи (задания/письменно)
1.3	Текущий контроль	Градиентные методы решения систем линейных алгебраических уравнений, сведение задачи численного решения СЛАУ к задаче оптимизации функции	ОПК-1.1 ОПК-4.1 УК-1.3	Разноуровневые задачи (задания/письменно)
1.4	Текущий контроль	Методы решения задач о собственных значениях и собственных векторах матрицы, метод вращений. 5 Численные методы решения нелинейных уравнений	ОПК-1.1 ОПК-4.1 УК-1.3	Конспект (письменно) Разноуровневые задачи (задания/письменно)
1.5	Текущий контроль	Численные методы решения нелинейных-ных уравнений	ОПК-1.1 ОПК-4.1 УК-1.3	Разноуровневые задачи (задания/письменно)
1.6	Текущий контроль	Выполнение РГР по теме: «Численные методы алгебры	ОПК-1.1 ОПК-4.1 УК-1.3	Расчетно-графическая работа (РГР) (письменно)
2.0	**Раздел 2. Численные методы математического анализа**			
2.1	Текущий контроль	Задача интерполирования. Построение интерполирующей функции. Интерпо-ляционная формула Лагранжа. Интер-поляционная формула Ньютона.	ОПК-1.1 ОПК-4.1 УК-1.3	Разноуровневые задачи (задания/письменно)

		Оста-точные члены интерполяционных фор-мул Лагранжа и Ньютона		
2.2	Текущий контроль	Подбор эмпирической формулы. Метод выравнивания. Определение параметров эмпирической формулы методом наименьших квадратов	ОПК-1.1 ОПК-4.1 УК-1.3	Разноуровневые задачи (задания/письменно)
2.3	Текущий контроль	Численное дифференцирование функ-ции. Погрешности, возникающие при численном дифференцировании	ОПК-1.1 ОПК-4.1 УК-1.3	Разноуровневые задачи (задания/письменно)
2.4	Текущий контроль	Приближенное вычисление определен-ных интегралов: квадратурные формулы с равноотстоящими узлами. Оценка по-грешности	ОПК-1.1 ОПК-4.1 УК-1.3	Разноуровневые задачи (задания/письменно)
2.5	Текущий контроль	Численные методы решения обыкно-венных дифференциальных уравнений и систем. Метод Эйлера, модифицирован-ный метод Эйлера. Метод Рунге-Кутта. Оценка погрешности. Краевая задача. Численные методы решения краевой задачи. Метод конечных разностей.	ОПК-1.1 ОПК-4.1 УК-1.3	Разноуровневые задачи (задания/письменно)
2.6	Текущий контроль	Численные методы решения дифферен-циальных уравнений в частных произ-водных, метод сеток для уравнения теп-лопроводности	ОПК-1.1 ОПК-4.1 УК-1.3	Разноуровневые задачи (задания/письменно)
2.7	Текущий контроль	Метод сеток для волнового уравнения и уравнения Лапласа	ОПК-1.1 ОПК-4.1 УК-1.3	
2.8	Текущий контроль	Выполнение РГР по теме: «Численные методы анализа	ОПК-1.1 ОПК-4.1 УК-1.3	Расчетно-графическая работа (РГР) (письменно)
3.0	**Раздел 3. Элементы теории устойчивости**			
3.1	Текущий контроль	Устойчивость по первому приближению, критерий Раусса-Гурвица	ОПК-1.1 ОПК-4.1 УК-1.3	Контрольная работа (КР) (письменно)
3.2	Текущий контроль	Обзорное занятие, подготовка к экзамену	ОПК-1.1 ОПК-4.1 УК-1.3	Собеседование (устно)
	Промежуточная аттестация		ОПК-1.1 ОПК-4.1 УК-1.3	Экзамен (собеседование) Экзамен - 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	Расчетно-графическая работа (РГР) (письменно)	Средство для проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по разделу дисциплины. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Типовое задание для выполнения расчетно-графической работы по разделам/темам дисциплины
2	Контрольная работа (КР)	Средство для проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по разделу дисциплины. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Типовое задание для выполнения контрольной работы по разделам/темам дисциплины
3	Собеседование	Средство контроля на практическом занятии, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Может быть использовано для оценки знаний обучающихся	Вопросы для собеседования по темам/разделам дисциплины
4	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
5	Конспект	Особый вид текста, в основе которого лежит аналитико-синтетическая переработка информации первоисточника (исходного текста). Цель этой деятельности — выявление, систематизация и обобщение (с возможной критической оценкой) наиболее ценной (для конспектирующего) информации. Может быть использовано для оценки знаний, умений,	Темы конспектов

		навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	

Промежуточная аттестация

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Экзамен	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 (образец экзаменационного билета) к экзамену
2	Тест – промежуточная аттестация в форме экзамена	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 экзамена. Шкала оценивания уровня освоения компетенций

Шкала оценивания	Критерии оценивания	Уровень освоения компетенции
«отлично»	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
«хорошо»	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
«удовлетворительно»	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
«неудовлетворительно»	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 экзамена

Критерии оценивания	Шкала оценивания
Обучающийся верно ответил на 90 – 100 % тестовых заданий при прохождении тестирования	«отлично»

Обучающийся верно ответил на 80 – 89 % тестовых заданий при прохождении тестирования	«хорошо»
Обучающийся верно ответил на 70 – 79 % тестовых заданий при прохождении тестирования	«удовлетворительно»
Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования	«неудовлетворительно»

Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости

Расчетно-графическая работа (РГР)

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Обучающийся полностью и правильно выполнил задание РГР. Показал отличные знания, умения и владения навыками применения их при решении задач в рамках усвоенного учебного материала. РГР оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями
«хорошо»		Обучающийся выполнил задание РГР с небольшими неточностями. Показал хорошие знания, умения и владения навыками применения их при решении задач в рамках усвоенного учебного материала. Есть недостатки в оформлении РГР
«удовлетворительно»		Обучающийся выполнил задание РГР с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания, умения и владения навыками применения их при решении задач в рамках усвоенного учебного материала. Качество оформления РГР имеет недостаточный уровень
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	При выполнении РГР обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень знаний, умений и владения ими при решении задач в рамках усвоенного учебного материала

Контрольная работа

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Обучающийся полностью и правильно выполнил задание контрольной работы. Показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Контрольная работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями
«хорошо»		Обучающийся выполнил задание контрольной работы с небольшими неточностями. Показал хорошие знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Есть недостатки в оформлении контрольной работы
«удовлетворительно»		Обучающийся выполнил задание контрольной работы с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Качество оформления контрольной работы имеет недостаточный уровень
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Обучающийся не полностью выполнил задания контрольной работы, при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений

Собеседование

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Глубокое и прочное усвоение программного материала. Полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении задания. Обучающийся свободно справляется с поставленными задачами, может обосновать принятые решения, демонстрирует владение разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ
«хорошо»		Знание программного материала, грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос, правильное применение теоретических знаний, владение необходимыми навыками при выполнении практических задач
«удовлетворительно»		Обучающийся демонстрирует усвоение основного материала, при ответе допускаются неточности, при ответе недостаточно

		правильные формулировки, нарушение последовательности в изложении программного материала, затруднения в выполнении практических заданий Слабое знание программного материала, при ответе возникают ошибки, затруднения при выполнении практических работ
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Не было попытки выполнить задание

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.

Конспект

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Конспект по теме выполнен в обозначенный преподавателем срок. Конспект выполнен обучающимся по заданной теме в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; раскрыл тему полностью и ответил на все вопросы преподавателя по конкретной теме конспекта. Конспект оформлен аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме
«хорошо»		Конспект по теме выполнен в обозначенный преподавателем срок. Конспект выполнен обучающимся по заданной теме в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; раскрыл тему не полностью и ответил на часть вопросов преподавателя по конкретной теме конспекта. Конспект оформлен аккуратно, с незначительными исправлениями
«удовлетворительно»		Конспект по теме выполнен в обозначенный преподавателем срок. Конспект выполнен обучающимся по заданной теме в не полном объеме с частичным соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; раскрыл тему не полностью и ответил на часть вопросов преподавателя по конкретной теме конспекта. Конспект оформлен не аккуратно
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Конспект по теме не выполнен в обозначенный преподавателем срок. Конспект выполнен обучающимся не по заданной теме в не полном объеме без соблюдения необходимой последовательности. Обучающийся работал не самостоятельно; не раскрыл тему и не ответил на вопросы преподавателя по конкретной теме конспекта. Конспект оформлен не аккуратно

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

3.1 Типовые контрольные задания для выполнения расчетно-графических 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 расчетно-графических работ.

Образец типового варианта расчетно-графической работы
«Выполнение РГР по теме: «Численные методы алгебры»

1. Найти все действительные корни уравнения $x^3 - 3x + 5 = 0$ с точностью $\varepsilon = 10^{-4}$ комбинированным методом и методом итерации. Сравнить число шагов, необходимое для достижения одинаковой точности этими методами. Вычисления вести с одним запасным знаком.

2. Для следующих систем провести 2 шага

а) метода простой итерации;

б) метода Зейделя.

Оценить погрешность полученных приближений (на каждой итерации методов).

$$\begin{cases} 6x_1 + x_2 - 2x_3 = 1 \\ x_1 + 5x_2 + x_3 = 2 \\ x_1 + 2x_2 + 4x_3 = 3 \end{cases}, \quad x^0 = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ -1 \end{pmatrix}$$

Образец типового варианта расчетно-графической работы
«Выполнение РГР по теме: «Численные методы анализа»

1. 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 $\bar{x} = 1{,}5$.

2. Для функции, заданной таблично

x	0	2	4	6	8	10	12	14
y	0,01	−0,53	−1,18	−2,00	−3,08	−4,55	−8,87	−10,00

подобрать эмпирическую формулу $y = f(x, a, b)$ с двумя параметрами a и b. Определить параметры по методу наименьших квадратов. Оценить погрешность полученной формулы.

2. Вычислить приближенно $\int_0^{\pi} cos^2 x dx$ с точностью $\varepsilon = 10^{-3}$ методами трапеций, Симпсона, Гаусса. Вычислить определенный интеграл точно и сравнить с приближенным его значением.

4. Численно решить дифференциальное уравнение $y' = \frac{y(y-1)}{x}$, $y(1) = 0{,}5$ на отрезке $[1; 2]$ с шагом $h = 0{,}2$ методом Эйлера, модифицированным методом Эйлера и методом Рунге-Кутта. Найти точное решение $y = y(x)$ и сравнить значения точного и приближенных решений в точке $x = 2$. Найти абсолютную и относительную погрешности в этой точке для каждого метода. Вычисления вести с четырьмя десятичными знаками.

3.2 Типовые контрольные задания для выполнения контрольных 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 контрольных работ.

Образец типового варианта контрольной работы
«Устойчивость по первому приближению, критерий Раусса-Гурвица»

Предел длительности контроля – _30___ минут.
Предлагаемое количество заданий – __3___ заданий.

1 Определить характер точки покоя системы $\begin{cases} \dfrac{dx}{dt} = 5x - y \\ \dfrac{dy}{dt} = 2x + y \end{cases}$;

2 Исследовать на устойчивость по первому приближению точку покоя системы $\begin{cases} x' = 2x + y - 5y^2 \\ y' = 3x + y + \dfrac{x^3}{2} \end{cases}$;

3 Исследовать на устойчивость нулевое решение уравнения $y^{(4)} + 5y''' + 13y'' + 19y' + 10y = 0$.

3.3 Типовые контрольные задания для проведения собеседования

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

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для проведения собеседований.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования
«Обзорное занятие, подготовка к экзамену»

1. Решить систему линейных алгебраических уравнений итерационными методами (метод простой итерации, метод Зейделя) и оператором Mathcad, сравнить скорость сходимости методов и погрешности подученных решений.

2. Решить нелинейное уравнение численными методами (методом итераций, методом Ньютона) и оператором Mathcad, оценить скорость сходимости методов и погрешность полученных значений

3. Построить интерполяционные многочлены Лагранжа и Ньютона для данного набора точек, провести сплайн-интерполяцию, сравнить многочлены, построенные «вручную» и средствами Mathcad.

4. Построить набор нелинейных аппроксимирующих функций, оценить погрешность аппроксимации различными функциями. Сделать выводы.

5. Вычислить значение определенного интеграла численными методами, оценить погрешность полученных решений, провести сравнение методов между содой.

6. Решить задачи Коши и краевую задачу для ОДУ первого и второго порядка, сравнить методы решения задач, оценить погрешность полученных значений.

7. Построить разностные схемы для классических уравнений математической физики, найти решение и построить поверхности полученных решений.

3.4 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
«Основные понятия и определения численных методов. Некоторые вопросы алгебры и математического анализа, необходимые при изучении численных методов Прямые методы решения линейных систем и нахождение обратной матрицы методом Гаусса, методом квадратного корня Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений.»

1. Найти решение линейной системы методом Гаусса и методом квадратного корня. Подсчитать определитель основной матрицы системы. $\begin{cases} x_1 + x_2 + 2x_3 = -2 \\ x_1 + 2x_2 + 2x_3 = 1 \\ -x_1 + x_2 + 2x_3 = -1 \end{cases}$

2. Для заданной матрицы A методом Гаусса и методом квадратного корня найти обратную A^{-1}. Вычислить определитель. $A = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 1 \\ 3 & 2 & 1 \\ -1 & 1 & 2 \end{pmatrix}$

Образец заданий для решения разноуровневых задач
«Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений»

Для следующей системы провести 2 шага
а) метода простой итерации;
б) метода Зейделя.
Оценить погрешность полученных приближений (на каждой итерации методов).
$\begin{cases} 6x_1 + x_2 - 2x_3 = 1 \\ x_1 + 5x_2 + x_3 = 2 \\ x_1 + 2x_2 + 4x_3 = 3 \end{cases}, \; x^0 = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ -1 \end{pmatrix}$

Образец заданий для решения разноуровневых задач
«Градиентные методы решения систем линейных алгебраических уравнений, сведение задачи численного решения СЛАУ к задаче оптимизации функции»

1. Дано: $A = \begin{pmatrix} 2 & -1 & 0 \\ -1 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 5 \end{pmatrix}$, $b = \begin{pmatrix} 3 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}$, $x^0 = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 0 \end{pmatrix}$. Для системы $Ax = b$ провести две итерации градиентного метода с оптимальным значением шага α. Оценить погрешность полученного приближения.
2. Провести один шаг метода скорейшего спуска, оценить погрешность
$\begin{cases} 2x_1 + x_2 - x_3 = 1 \\ x_1 + 2x_2 + 2x_3 = 0 \\ -x_1 + 2x_2 + 5x_3 = 0 \end{cases}, \; x^0 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}.$

Образец заданий для решения разноуровневых задач

«Методы решения задач о собственных значениях и собственных векторах матрицы, метод вращений.

Для матрицы $A=\begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & 2\sqrt{3} \\ 0 & 2\sqrt{3} & -1 \end{pmatrix}$ методом вращений решить проблему собственных значений.

Образец заданий для решения разноуровневых задач
«Численные методы решения нелинейных уравнений»

Найти все действительные корни уравнения $x^3-3x+5=0$ с точностью $\varepsilon=10^{-4}$ методом деления отрезка пополам, методом Ньютона и методом итерации. Сравнить число шагов, необходимое для достижения одинаковой точности этими методами. Вычисления вести с одним запасным знаком.

Образец заданий для решения разноуровневых задач
«Задача интерполирования. Построение интерполирующей функции. Интерполяционная формула Лагранжа. Интерполяционная формула Ньютона. Остаточные члены интерполяционных формул Лагранжа и Ньютона»

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

x	0	1	2	3
y	2.083	3.102	4.529	7.822

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

Для функции, заданной таблично

x	0	2	4	6	8	10	12	14
y	0,01	−0,53	−1,18	−2,00	−3,08	−4,55	−8,87	−10,00

подобрать эмпирическую формулу $y=f(x,a,b)$ с двумя параметрами a и b. Определить параметры по методу наименьших квадратов. Оценить погрешность полученной формулы.

Образец заданий для решения разноуровневых задач
«Численное дифференцирование функции. Погрешности, возникающие при численном дифференцировании»

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 первой и второй производных в точке $\bar{x}=1{,}5$.

Образец заданий для решения разноуровневых задач
«Приближенное вычисление определенных интегралов: квадратурные формулы с

равноотстоящими узлами. Оценка погрешности»

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 первой и второй производных в точке $\bar{x} = 1{,}5$.

Образец заданий для решения разноуровневых задач
«Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем. Метод Эйлера, модифицированный метод Эйлера. Метод Рунге-Кутта. Оценка погрешности. Краевая задача. Численные методы решения краевой задачи. Метод конечных разностей.»

1. Численно решить дифференциальное уравнение $y' = \dfrac{y(y-1)}{x}$, $y(1) = 0{,}5$ на отрезке $[1; 2]$ с шагом $h = 0{,}2$ методом Эйлера, модифицированным методом Эйлера и методом Рунге-Кутта. Найти точное решение $y = y(x)$ и сравнить значения точного и приближенных решений в точке $x = 2$. Найти абсолютную и относительную погрешности в этой точке для каждого метода. Вычисления вести с четырьмя десятичными знаками.

2. Методом Рунге-Кутта проинтегрировать дифференциальное уравнение $y'' = -2y + x^2 + 2$, $y(0) = 1$, $y'(0) = 3$ на отрезке $[0;\ 0{,}3]$ с шагом $h = 0{,}1$. Найти аналитическое решение $y = y(x)$ заданного уравнения и сравнить значения точного и приближенного решений в точках $x_1 = 0{,}1$, $x_2 = 0{,}2$, $x_3 = 0{,}3$. Все вычисления вести с шестью десятичными знаками.

Образец заданий для решения разноуровневых задач
«Численные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных, метод сеток для уравнения теплопроводности»

Решить краевую задачу $y'' + 2y' + 10y = 2e^x \cos 3x$ на отрезке $\left[0, \dfrac{\pi}{2}\right]$ при заданных начальных условиях $y(0) = 0$, $y\left(\dfrac{\pi}{2}\right) = 0$ и шаге интегрирования $h = \dfrac{\pi}{10}$ методом конечных разностей. Оценить погрешность.

3.5 Типовые контрольные задания для написания конспекта

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

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для написания конспектов.

Образец тем конспектов

Прямые методы решения линейных систем и нахождение обратной матрицы методом Гаусса, методом квадратного корня

Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений.»

Образец тем конспектов

Методы решения задач о собственных значениях и собственных векторах матрицы, метод вращений.

3.6 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	Характеристика ТЗ	Количество тестовых заданий, типы ТЗ
ОПК-1.1 ОПК-4.1 УК-1.3	Основные понятия и определения численных методов. Некоторые вопросы алгебры и математического анализа, необходимые при изучении численных методов Прямые методы решения линейных систем и нахождение обратной матрицы методом Гаусса, методом квадратного корня Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений.	Знание	11– ОТЗ 14 – ЗТЗ
		Умение	11– ОТЗ 14 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	11– ОТЗ 14 – ЗТЗ
ОПК-1.1 ОПК-4.1 УК-1.3	Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений	Знание	5– ОТЗ 5 – ЗТЗ
		Умение	5– ОТЗ 5 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	5– ОТЗ 5 – ЗТЗ
ОПК-1.1 ОПК-4.1 УК-1.3	Градиентные методы решения систем линейных алгебраических уравнений, сведение задачи численного решения СЛАУ к задаче оптимизации функции	Знание	6– ОТЗ 6 – ЗТЗ
		Умение	6– ОТЗ 6 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	6– ОТЗ 6 – ЗТЗ
ОПК-1.1 ОПК-4.1 УК-1.3	Методы решения задач о собственных значениях и собственных векторах матрицы, метод вращений. 5 Численные методы решения нелинейных уравнений	Знание	4– ОТЗ 6 – ЗТЗ
		Умение	4– ОТЗ 6 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	4– ОТЗ 6 – ЗТЗ
ОПК-1.1 ОПК-4.1 УК-1.3	Численные методы решения нелинейных уравнений	Знание	5– ОТЗ 6 – ЗТЗ
		Умение	5– ОТЗ 6 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	5– ОТЗ 6 – ЗТЗ
ОПК-1.1 ОПК-4.1 УК-1.3	Задача интерполирования. Построение интерполирующей функции. Интерполяционная формула Лагранжа. Интерполяционная формула Ньютона. Оста-точные члены интерполяционных фор-мул Лагранжа и Ньютона/ Сплайн-интерполяция	Знание	4– ОТЗ 8 – ЗТЗ
		Умение	4– ОТЗ 8 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	4– ОТЗ 8 – ЗТЗ
ОПК-1.1 ОПК-4.1 УК-1.3	Подбор эмпирической формулы. Метод выравнивания. Определение параметров эмпирической формулы методом наименьших квадратов	Знание	6– ОТЗ 8 – ЗТЗ
		Умение	6– ОТЗ 8 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/	6– ОТЗ 8 – ЗТЗ

		действие	
ОПК-1.1 ОПК-4.1 УК-1.3	Численное дифференцирование функции. Погрешности, возникающие при численном дифференцировании	Знание	4– ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Умение	4– ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	4– ОТЗ 4 – ЗТЗ
ОПК-1.1 ОПК-4.1 УК-1.3	Приближенное вычисление определенных интегралов: квадратурные формулы с равноотстоящими узлами. Оценка погрешности	Знание	6– ОТЗ 5 – ЗТЗ
		Умение	6– ОТЗ 5 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	6– ОТЗ 5 – ЗТЗ
ОПК-1.1 ОПК-4.1 УК-1.3	Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем. Метод Эйлера, модифицированный метод Эйлера. Метод Рунге-Кутта. Оценка погрешности. Краевая задача. Численные методы решения краевой задачи. Метод конечных разностей.	Знание	6– ОТЗ 7 – ЗТЗ
		Умение	6– ОТЗ 7 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	6– ОТЗ 7 – ЗТЗ
ОПК-1.1 ОПК-4.1 УК-1.3	Численные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных, метод сеток для уравнения теплопроводности/ Метод сеток для волнового уравнения и уравнения Лапласа	Знание	6– ОТЗ 7 – ЗТЗ
		Умение	6– ОТЗ 7 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	6– ОТЗ 7 – ЗТЗ
		Итого	189– ОТЗ 228 – 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.

Образец типового итогового теста по дисциплине за весь период ее освоения

1. Дополните:
Вычислительная задача называется хорошо……, если при небольших изменениях входных данных результаты ее решения изменяются незначительно и при любых исходных данных из области их изменения задача однозначно разрешима.
Ответ: обусловленной, обусловлена

2. Выберите правильный ответ.
Величина $\Delta a = |A - a|$ называется
A) абсолютная погрешность
B) погрешность метода
C) относительная погрешность
D) погрешность округления

3. Дополните.

Цифра числа называется верной (в широком смысле), если абсолютная погрешность этого числа не превосходит …… разряда, в котором стоит цифра.
Ответ: половины единицы; одной второй единицы

4. Выберите правильный ответ
Погрешность, связанная со способом решения поставленной математической задачи
A) погрешность метода
B) неустранимая погрешность
C) вычислительная погрешность
D) результирующая погрешность

5. Выберите правильный ответ
Абсолютная погрешность округления с избытком числа 1,8 до целых равна
A) 0,2
B) 0
C) -0,2
D) 0,1

6. Дополните
Метод последовательного приближения, в котором точное решение может быть получено в результате выполнения бесконечного числа арифметических операций как предел последовательности приближений, называется ……..
Ответ: итерационным

7. Выберите правильный ответ
Основная идея метода заключается в том, что при вычислении *(k+1)*-го приближения неизвестной x_i учитываются уже вычисленные ранее *(k+1)*-е приближения $x_1;\ x_2; \dots; x_{i-1}$.
A) метод Зейделя
B) матричный метод
C) метод Крамера
D) метод Гаусса

8. Установите соответствие:

1. Прямые методы решения СЛАУ	а. метод квадратного корня (метод Холецкого
2. Итерационные методы решения СЛАУ	б. метод простой итерации
3. Градиентные методы решения СЛАУ	в. метод скорейшего спуска
	г. метод множителей Лагранжа

9. Установите правильную последовательность решения системы $AX = B$ методом квадратного корня:
1) построить матрицу U специального вида;
2) найти столбец Y, решив систему $U^T Y = B$;
3) найти столбец X, решив систему $UX = Y$.

10. Дополните:
Гралиентные методы применяются для решения СЛАУ, если установлена ……. задач $AX = B$ и $f(x) \to \min$, где $grad\ f(x) = AX - B$.
Ответ: эквивалентность,

11. Выберите правильный ответ:

При сравнении градиентыых методов решения СЛАУ по скорости сходимости богльшую скорость имеет:

A) метод с постоянным шагом в направлении спуска

B) метод с переменным шагом в направлении спуска

C) метод без вычисления величины шага в направулении спуска

12. Выберите правильный ответ:

Пусть матрицы A и B подобны с матрицей подобия Q, то есть $B = Q^{-1}AQ$ и пара (λ, x) - собственная пара матрицы B. Тогда собственной парой матрица является пара

A). $(Q\lambda, x)$;

B) (λ, Qx);

C) $(Q^{-1}\lambda, x)$;

D) $(\lambda, Q^{-1}x)$.

13. Установите правильную последовательность:

Чтобы выполнить один шаг метода вращений для решения проблемы собстывенных значений необходимо:

1) Выбрать плоскость (p, q), в которой будем производить вращение;
2) Найти угол поворота $\varphi(p, q)$
3) Построить матрицу вращения $U_\varphi(p, q)$;
4) Найти следующее приближение $A_{i+1} = U_\varphi^T(p, q)A_i U_\varphi(p, q)$ $
5) Оценить степень близости полученного приближения матрицы к диагональному виду, вычислив величину $\Delta(A_{i+1})$/

14. Выберте правильный ответ:

Величина $\Delta(A_{i+1}) = \sum_{\substack{i,j=1 \\ i \neq j}}^{n} a_{ij}^2$ в методе вращения для решения проблемы собственных значений определяет:

1). Меру близости матрицы A_{i+1} к диагональному виду;

2). Критерий сходимости метода;

3). Критерий достижимости заданной точности;

4). Величину угла повора в выбранной плоскости.

15. Выберите правильный ответ.

Отделить корень уравнения $cosx = 2x$

A) [0; 1]

B) [-1; 1]

C) [1; 2]

D) [2; 3]

16. Выберите правильный ответ:

Достаточным условием сходимости метода итераций при решении нелинейного уравнения $x = \varphi(x)$ является условие:

1). $|\varphi'(x)| < 1$;

2). $|\varphi(x)| < 1$;

3). $|\varphi'(x)| > 1$;

4). $|\varphi(x)| > 1$.

17. Выберите правильный ответ:

Известно, что корень уравнения $5x^2 - 16x + 3 = 0$ принадлежит отрезку $[0;1]$. Тогда в качестве начальной точки x_0 в методе Ньютона можно выбрать точку

1). $x_0 = 1$;

2). $x_0 = 0$

3) $x_0 = \frac{1}{2}$;

4). Любую точку отрезка.

18. Установите соответствие:

Численные методы решения нелинейных уравнений можно классифицировать как:

1) Метод Ньютона	А) методы первого порядка
2) метод итераций	В) итерационные методы
3) метод деления отрезка пополам	С) метод нулевого порядка
	Д) методы второго порядка

19. Дополните

Степень интерполяционного многочлена на …… меньше числа узлов интерполяции.

Ответ: единицу, один

20. Выберите правильный ответ

Интерполяционный многочлен Лагранжа для функции, заданной таблично

x_i	1	2	3	5
y_i	1	5	14	81

имеет вид:

A) $L_3(x) = x^3 - 2x^2 + 3x - 1$

B) $L_4(x) = x^4 - 2x^3 + 3x^2 + 5x$

C) $L_3(x) = x^3 + 2x^2 + 3x + 5$

D) $L_4(x) = 5x^4 - 14x^3 + 81x^2 + 1$

21. Дополните

Интерполяционный многочлен Ньютона используется, если узлы интерполяции ……

Ответ: равноудалены друг от друга, равноудаленные

22. Дополните

Постановка задачи метода наименьших квадратов: для функции $y = f(x)$, заданной таблично, найти эмпирическую формулу $y = \tilde{f}(x, a_1, a_2, \dots, a_m)$, так, чтобы среднеквадратическая погрешность $S^2 = \sum_i (\tilde{y}_i - y_i)^2$ была ……

Ответ: наименьшей минимальной

23. Установите соответствие между эмпирическими зависимостями и способами спрямления:

$y = a + \frac{b}{x}$	$Y = y,\ X = \frac{1}{x},\ Y = a + bX$
	$Y = \frac{1}{y},\ X = x,\ Y = aX + b$
$y = \frac{1}{ax+b}$	$Y = \frac{1}{y},\ X = \frac{1}{x},\ Y = a + bX$
	$Y = y,\ X = \frac{1}{x},\ Y = aX + b$
$y = \frac{x}{ax+b}$	$Y = \frac{1}{y},\ X = \frac{1}{x},\ Y = aX + b$

24. Выберите правильный ответ

Формула $S \approx \int_a^b f(x)dx \approx h\left(\frac{y_0+y_n}{2} + y_1 + y_2 + \cdots + y_{n-1}\right)$ реализует

A) метод трапеций

B) метод прямоугольников

C) метод парабол

D) метод Симпсона

25. Установите соответствие между формулами и методами численного интегрирования

$\int_a^b f(x)dx \approx \frac{b-a}{n}(y_0 + y_1 + y_2 + \cdots + y_{n-1})$	Метод прямоугольников
$\int_a^b f(x)dx \approx \frac{b-a}{n}\left(\frac{y_0+y_n}{2} + y_1 + y_2 + \cdots + y_{n-1}\right)$	Метод трапеций
$\int_a^b f(x)dx \approx \frac{b-a}{6m}(y_0 + y_{2m} + 2(y_2 + \cdots + y_{2m-2}) + 4(y_1 + \cdots + y_{2m-1}))$ $n = 2m$	Метод парабол Метод Симпсона

26. Выберите правильный ответ

Формула $y_{n+1} = y_n + h \cdot f(x_n;\ y_n)$ является основной формулой

A) метода Эйлера

B) модифицированного метода Эйлера

C) метода Рунге-Кутта второго порядка

D) метода Рунге-Кутта четвертого порядка

27. Выберите правильный ответ

Локальная оценка точности метода Рунге-Кутта четвертого порядка имеет вид:

A) $|r| \le Ch^5$

B) $|r| \le Ch^3$

C) $|r| \le Ch^4$

D) $|r| \le Ch^2$

28. Выберите правильный ответ

При интегрировании методом Эйлера ($y_{n+1} = y_n + \Delta y_n;\ \Delta y_n = h \cdot f(x_n;\ y_n)$) дифференциального уравнения $y' = y \cdot x$ с начальным условием $x_0 = 0;\ y_0 = 1.5$ на отрезке $[0; 1.5]$ при $h = 0.25$ Δy_2 равно:

A) 0.406

B) 0.25
C) 0.375
D) 0.445

29. Установите соответствие между дифференциальным уравнением и его разностной схемой

$y'' + y + sin2x = 0$	$y_{i+1}\frac{1}{h^2} + y_i\left(1 - \frac{2}{h^2}\right) + y_{i-1}\frac{1}{h^2} = -sin2x_i$
$y'' + 4y - sin2x = 0$	$y_{i+1}\frac{1}{h^2} + y_i\left(4 - \frac{2}{h^2}\right) + y_{i-1}\frac{1}{h^2} = sin2x_i$
$y'' - 2y + sin2x = 0$	$y_{i+1}\frac{1}{h^2} + y_i\left(-2 - \frac{2}{h^2}\right) + y_{i-1}\frac{1}{h^2} = -sin2x_i$
	$y_{i+1}\frac{1}{h^2} + y_i\left(-1 - \frac{2}{h^2}\right) + y_{i-1}\frac{1}{h^2} = sin2x_i$

30. Выберите правильный ответ

Уравнение вида $\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial z^2} = 0$ называется

A) уравнение Лапласа
B) волновое уравнение
C) уравнение теплопроводности
D) уравнение колебаний струны
E) уравнение Пуассона

3.7 Перечень теоретических вопросов к экзамену

(для оценки знаний)

1. Основные понятия численных методов (сходимость, устойчивость, погрешность метода, хорошая обусловленность задачи)
2. Приближенные числа и действия с ними (округление числа, абсолютная и относительная погрешности, верные значащие числа)
3. Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений (метод Гаусса, метод квадратного корня)
4. Итерационные методы решения СЛАУ (метод итераций, метод Зейделя)
5. Методы решения нелинейных уравнений (метод половинного деления, метод хорд, касательных (Ньютона), метод итераций)
6. Интерполяция. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Погрешность
7. Конечные и разделенные разности. Свойства
8. Интерполяционный многочлен Ньютона (2 формы)
9. Сплайн-интерполирование
10. Аппроксимация. Метод наименьших квадратов
11. Численное дифференцирование, погрешность
12. Численное интегрирование: формулы прямоугольников, трапеций, Симпсона. Сравнение формул
13. Квадратурная формула Гаусса
14. Численное решение задачи Коши (метод Эйлера, модифицированный метод Эйлера, метод Рунге-Кутта)
15. Решение линейной краевой задачи для обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка
16. Метод сеток для решения уравнений теплопроводности
17. Метод сеток для решения волнового уравнения
18. Метод сеток для решения уравнения Лапласа
19. Понятие устойчивости по Ляпунову, асимптотическая устойчивость

20. Основные типы точек покоя
21. Устойчивость по первому приближению
22. Критерий Рауса-Гурвица

3.8 Перечень типовых простых практических заданий к экзамену

(для оценки умений)

1.

$$\begin{cases} 5x_1 + 2x_2 + x_3 = -1, \\ x_1 + 6x_2 + x_3 = 2, \\ x_1 + 2x_2 - 4x_3 = 2, \end{cases} \quad x^0 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ -1 \end{pmatrix}$$

Используя метод простой итерации, найти приближённое решение системы с точностью $\varepsilon = 1$.

Ответ:

$$\widetilde{x} = \begin{pmatrix} -\frac{17}{60} \\ \frac{3}{8} \\ -\frac{1}{3} \end{pmatrix}$$

2.

$$\begin{cases} 3x_1 + x_2 + x_3 = 1, \\ 2x_1 + 4x_2 + x_3 = 1, \\ x_1 - x_2 + 5x_3 = 1, \end{cases} \quad x^0 = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ -1 \end{pmatrix}$$

Используя метод простой итерации, найти приближённое решение системы с точностью $\varepsilon = 1$.

Ответ:

$$\widetilde{x} = \begin{pmatrix} \frac{4}{15} \\ \frac{1}{30} \\ \frac{2}{15} \end{pmatrix}$$

3.

$$\begin{cases} 5x_1 + x_2 + x_3 = 1, \\ x_1 - 2x_2 = 1, \\ x_1 + 2x_2 - 4x_3 = 2, \end{cases} \quad x^0 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ -1 \end{pmatrix}$$

Ответ:

$$\widetilde{x} = \begin{pmatrix} \frac{1}{4} \\ -\frac{3}{10} \\ -\frac{2}{5} \end{pmatrix}$$

4. Для уравнения $f(x) = 0$ с помощью метода Ньютона найти приближённое значение положительного корня с точностью $\varepsilon = 0.2$.

$$f(x) = 3x^2 + 4x - 4$$

Ответ:

$$\widetilde{x} = \frac{7}{10}$$

5. Для уравнения $f(x) = 0$ методом Ньютона найти приближённое значение положительного корня с точностью $\varepsilon = 0.5$.

$$f(x) = -2x^2 + 3x + 5$$

1.

$$\begin{cases} 5x_1 + 2x_2 + x_3 = -1, \\ x_1 + 6x_2 + x_3 = 2, \\ x_1 + 2x_2 - 4x_3 = 2, \end{cases} \quad x^0 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ -1 \end{pmatrix}$$

Используя метод простой итерации, найти приближённое решение системы с точностью $\varepsilon = 1$.

Ответ:

$$\widetilde{x} = \begin{pmatrix} -\frac{17}{60} \\ \frac{3}{8} \\ -\frac{1}{3} \end{pmatrix}$$

2.

$$\begin{cases} 3x_1 + x_2 + x_3 = 1, \\ 2x_1 + 4x_2 + x_3 = 1, \\ x_1 - x_2 + 5x_3 = 1, \end{cases} \quad x^0 = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ -1 \end{pmatrix}$$

Используя метод простой итерации, найти приближённое решение системы с точностью $\varepsilon = 1$.

Ответ:

$$\widetilde{x} = \begin{pmatrix} \frac{4}{15} \\ \frac{1}{30} \\ \frac{2}{15} \end{pmatrix}$$

3.

$$\begin{cases} 5x_1 + x_2 + x_3 = 1, \\ x_1 - 2x_2 = 1, \\ x_1 + 2x_2 - 4x_3 = 2, \end{cases} \quad x^0 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ -1 \end{pmatrix}$$

Ответ:

$$\widetilde{x} = \begin{pmatrix} \frac{1}{4} \\ -\frac{3}{10} \\ -\frac{2}{5} \end{pmatrix}$$

4. Для уравнения $f(x) = 0$ с помощью метода Ньютона найти приближённое значение положительного корня с точностью $\varepsilon = 0.2$.

$$f(x) = 3x^2 + 4x - 4$$

Ответ:

$$\widetilde{x} = \frac{7}{10}$$

5. Для уравнения $f(x) = 0$ методом Ньютона найти приближённое значение положительного корня с точностью $\varepsilon = 0.5$.

$$f(x) = -2x^2 + 3x + 5$$

1

3.9 Перечень типовых практических заданий к экзамену

(для оценки навыков и (или) опыта деятельности)

1 Найти корень уравнения $e^x + 2x - 3 = 0$ с точностью $\varepsilon = 10^{-4}$ методом итерации. Вычисления вести с одним запасным знаком.

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

x	0	1	2	3
y	2.083	3.102	4.529	7.822

3. 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 $y = f(x, a, b)$ с двумя параметрами a и b. Определить параметры по методу наименьших квадратов. Оценить погрешность полученной формулы.

4. Вычислить приближенно $\int_0^1 \frac{dx}{1+x^2}$ с точностью $\varepsilon = 10^{-3}$, методом трапеций. Вычислить определенный интеграл точно и сравнить с приближенным его значением.

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

6. Методом Рунге-Кутта проинтегрировать дифференциальное уравнение $y'' = 2y' - y + e^x$, $y(0) = y'(0) = 1$ на отрезке $[0;\ 0{,}3]$ с шагом $h = 0{,}1$. Найти аналитическое решение $y = y(x)$ заданного уравнения и сравнить значения точного и приближенного решений в точках $x_1 = 0{,}1$, $x_2 = 0{,}2$, $x_3 = 0{,}3$. Все вычисления вести с шестью десятичными знаками.

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
Расчетно-графическая работа (РГР)	Преподаватель не мене, чем за две недели до срока защиты РГР должен сообщить каждому обучающемуся номер варианта РГР. Задания РГР выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет. РГР должна быть выполнена в установленный преподавателем срок и в соответствии с требованиями к оформлению РГР (текстовой и графической частей), сформулированными в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль» (в последней редакции). РГР в назначенный срок сдаются на проверку. Если предусмотрена устная защита РГР, то обучающийся объясняет решение задач, указанных преподавателем, и отвечает на его вопросы
Контрольная работа	Преподаватель на установочном занятии доводит до обучающихся: темы, количество заданий в контрольной работе. Контрольная работа должна быть выполнена в установленный срок и в соответствии с правилами к оформлению (текстовой и графической частей), сформулированными в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль» в последней редакции. Выполненная контрольная работа передается для проверки преподавателю в установленные сроки. Если контрольная работа выполнена не в соответствии с указаниями или не в полном объеме, она возвращается на доработку
Собеседование	Собеседование, предусмотренное рабочей программой дисциплины, проводится на практическом занятии. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения контроля, доводит до обучающихся тему, вопросы для подготовки к собеседованию. Результаты собеседования преподаватель доводит до обучающихся сразу после завершения собеседования
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
Конспект	Защита конспектов, предусмотренных рабочей программой дисциплины, проводится во время практических занятий. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения контроля, доводит до обучающихся: тему конспектов и требования, предъявляемые к их выполнению и защите

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 экзамена и оценивания результатов обучения

Промежуточная аттестация в форме экзамена проводится путем устного собеседования по билетам или в форме компьютерного тестирования.

При проведении промежуточной аттестации в форме собеседования билеты составляются таким образом, чтобы каждый из них включал в себя теоретические вопросы и практические задания.

Билет содержит: два теоретических вопроса для оценки знаний. Теоретические вопросы выбираются из перечня вопросов к экзамену; два практических задания: одно из

них для оценки умений (выбирается из перечня типовых простых практических заданий к экзамену); другое практическое задание для оценки навыков и (или) опыта деятельности (выбираются из перечня типовых практических заданий к экзамену).

Распределение теоретических вопросов и практических заданий по экзаменационным билетам находится в закрытом для обучающихся доступе. Разработанный комплект билетов (25-30 билетов) не выставляется в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС, а хранится на кафедре-разработчике фондов оценочных средств.

На экзамене обучающийся берет билет, для подготовки ответа на экзаменационный билет обучающемуся отводится время в пределах 45 минут. В процессе ответа обучающегося на вопросы и задания билета, преподаватель может задавать дополнительные вопросы.

Каждый вопрос/задание билета оценивается по четырехбалльной системе, а далее вычисляется среднее арифметическое оценок, полученных за каждый вопрос/задание. Среднее арифметическое оценок округляется до целого по правилам округления

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.

Образец экзаменационного билета

ИРГУПС 20__-20__ учебный год	**Экзаменационный билет № 1** **по дисциплине «Численные методы»**	Утверждаю: Заведующий кафедрой «_____» ИрГУПС _____
1. Сплайн-интерполирование 2. Методом квадратного корня решить систему уравнений $Ax = b$ с точностью $\varepsilon = 10^{-3}$, если $A = \begin{pmatrix} 3.1 & 1.5 & 1.0 \\ 1.5 & 2.5 & 0.5 \\ 1.0 & 0.5 & 4.2 \end{pmatrix}$, $b = \begin{pmatrix} 10.83 \\ 9.2 \\ 17.1 \end{pmatrix}$. 3. Вычислить приближенное значение интеграла $\int_1^5 \frac{dx}{x}$ по формуле трапеций при $n = 4$. Варианты размеров билета: Билет формата А5 – 148*210мм Билет формата А4 – 210*297мм		