

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

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

УТВЕРЖДЕНА
приказом ректора
от «31» мая 2024 г. № 425-1

Б1.О.12 Численные методы и теория оптимизации

рабочая программа дисциплины

Специальность/направление подготовки – 10.05.03 Информационная безопасность автоматизированных систем

Специализация/профиль – Безопасность открытых информационных систем

Квалификация выпускника – Специалист по защите информации

Форма и срок обучения – очная форма 5 лет, 6 месяцев

Кафедра-разработчик программы – Математика

Общая трудоемкость в з.е. – 3

Часов по учебному плану (УП) – 108

Формы промежуточной аттестации

очная форма обучения:

зачет 3 семестр

Очная форма обучения

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	3	Итого
Вид занятий	Часов по УП	Часов по УП
Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/ в т.ч. в форме ПП*	68	68
– лекции	34	34
– практические (семинарские)	17	17
– лабораторные	17	17
Самостоятельная работа	40	40
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 – специалитет по специальности 10.05.03 Информационная безопасность автоматизированных систем утвержденным Приказом Минобрнауки России от от 26.11.2020 № 1457.

Программу составил(и):
к.ф.-м.н., доцент, доцент, Е.М. Лыткина

Рабочая программа рассмотрена и одобрена для использования в учебном процессе на заседании кафедры «Математика», протокол от «21» мая 2024 г. № 11

Зав. кафедрой, к.т.н., доцент

Н.Л. Рябченко

СОГЛАСОВАНО

Кафедра «Информационные системы и защита информации», протокол от «21» мая 2024 г. № 11

Зав. кафедрой, к. э. н., доцент

Т.К. Кириллова

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1 Цели дисциплины	
1	получение основных знаний в области численных методов как математической составляющей современных компьютерных наук
2	приобретение навыка составления математических моделей, допускающих численное решение
1.2 Задачи дисциплины	
1	изучение алгоритмов и методов решения задач с помощью численных методов
2	изучение математических аспектов оптимизации, математического программирования
3	изучение методов минимизации функций одной и нескольких переменных
4	формирование профессиональных компетенций
1.3 Цель воспитания и задачи воспитательной работы в рамках дисциплины	
Научно-образовательное воспитание обучающихся	
<p>Цель научно-образовательного воспитания – создание условий для реализации научно-образовательного потенциала обучающихся в форме наставничества, тьюторства, научного творчества.</p> <p>Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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	
<p>Цель профессионально-трудового воспитания – 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.</p> <p>Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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.07 Математический анализ
2	Б1.О.08 Алгебра и геометрия
3	Б1.О.09 Дискретная математика
4	Б1.О.13 Информатика
2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее	
1	Б1.О.11 Теория вероятностей и математическая статистика
2	Б1.О.21 Система менеджмента качества
3	Б1.О.25 Теория информации
4	Б1.О.27 Основы кибернетики
5	Б1.О.58 Обработка и анализ больших данных
6	Б1.О.62 Моделирование процессов и систем защиты информации
7	Б1.В.ДВ.02.01 Основы системного анализа
8	Б3.01(Д) Подготовка к процедуре защиты выпускной квалификационной работы
9	Б3.02(Д) Защита выпускной квалификационной работы
10	ФТД.01 Логика

3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ,

СООТНЕСЕННЫЕ С ТРЕБОВАНИЯМИ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения
ОПК-3 Способен использовать математические методы, необходимые для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-3.1 Знает и имеет навыки применения основ математического анализа, алгебры, теории вероятностей и математической статистики, дискретной математики, математической логики и теории алгоритмов, теории автоматов и формальных языков	Знать: численные методы и методы оптимизации функций; методика оценки погрешностей
		Уметь: применять численные методы к решению задач прикладного характера; решать задачи оптимизации; находить точки локального минимума; оценивать погрешность
		Владеть: методами численного решения задач прикладного характера; навыками решения задач оптимизации; технологией оценки погрешности
	ОПК-3.2 Умеет использовать типовые математические методы и модели для решения задач профессиональной деятельности	Знать: численные методы общих и специальных разделов алгебры и математического анализа для решения задач в профессиональной сфере; методы приближения функций; методы оптимизации функций; методы нахождения локального и глобального минимумов
		Уметь: выбрать численный метод для решения поставленной задачи в профессиональной сфере; оценить результат; решать задачи оптимизации; оценивать погрешность и достоверность полученных результатов
		Владеть: методами реализации численного решения профессиональных задач в пакетах прикладных программ; навыками решения задач оптимизации; технологией оценки погрешности и достоверности полученного результата
ОПК-3.3 Владеет подходами к решению стандартных математических задач, выполнению расчетов математических величин, применению математических методов обработки экспериментальных данных для решения задач профессиональной деятельности	Знать: типовые математические модели, используемые при разработке автоматизированных систем	
	Уметь: анализировать и подбирать методы решения математических моделей автоматизированных систем	
	Владеть: методами построения и решения математических моделей автоматизированных систем, методикой выбора оптимального метода решения	
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию (задачу) и выделяет ее базовые составляющие. Формирует математическую постановку задачи. Рассматривает различные варианты решения проблемной ситуации (задачи), разрабатывает алгоритмы их реализации	Знать: базовые понятия и определения дисциплины; связи между различными понятиями; основные численные методы решения задач алгебры и математического анализа; основные численные методы решения задач одномерной и многомерной оптимизации
		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	
1.0	Раздел 1. Элементы теории погрешности.					
1.1	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	3	2	2	3	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК-1.1

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма				*Код индикатора достижения компетенции	
		Семестр	Часы				
			Лек	Пр	Лаб		СР
	вычислений. Определение количества верных значащих цифр результата вычислений.						
2.0	Раздел 2. Численные методы решения уравнений и систем.						
2.1	Численное решение систем линейных уравнений. Метод простой итерации. Метод Зейделя	3	2	1	1	3	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК-1.1
2.2	Численные методы решения нелинейных уравнений. Отделение корней. Уточнение корней. Метод половинного деления. Метод хорд. Метод касательных. Метод итераций. Условия сходимости и оценка погрешности.	3	2	1	1	3	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК-1.1
3.0	Раздел 3. Интерполяция и аппроксимации функций.						
3.1	Задача интерполирования. Построение интерполирующей функции. Интерполяционная формула Лагранжа. Интерполяционная формула Ньютона. Сплайн-интерполяция.	3	2	2		3	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК-1.1
3.2	Подбор эмпирической формулы. Определение параметров эмпирической формулы методом наименьших квадратов.	3	2		2	3	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК-1.1
4.0	Раздел 4. Численное дифференцирование и интегрирование функций.						
4.1	Численное дифференцирование функции. Погрешности, возникающие при численном дифференцировании.	3	2	2		2	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК-1.1
4.2	Приближенное вычисление определенных интегралов: квадратурные формулы с равноотстоящими узлами. Оценка погрешности.	3	2		2	2	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК-1.1
5.0	Раздел 5. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем.						
5.1	Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем. Метод Эйлера, модифицированный метод Эйлера, метод Рунге-Кутты. Оценка погрешности.	3	2	2	2	3	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК-1.1
5.2	Краевая задача. Численные методы решения краевой задачи. Метод конечных разностей	3	2		2	2	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК-1.1
6.0	Раздел 6. Методы оптимизации функции одной переменной.						
6.1	Постановка задачи минимизации функции одной переменной. Локальный и глобальный экстремумы. Унимодальные функции	3	2	2		2	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК-1.1
6.2	Методы минимизации прямого поиска: метод оптимального пассивного поиска, метод деления отрезка пополам, метод золотого сечения, метод ломаных	3	2	2	2	2	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК-1.1
6.3	Методы минимизации, использующие производные: метод касательных и метод Ньютона	3	2		2	2	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК-1.1
7.0	Раздел 7. Методы оптимизации функции нескольких переменных.						
7.1	Постановка задачи безусловной минимизации функции нескольких переменных. Выпуклые множества, выпуклые функции. Квадратичные функции. Понятие о методах спуска.	3	2			2	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма				*Код индикатора достижения компетенции	
		Семестр	Часы				
			Лек	Пр	Лаб		СР
						УК-1.1	
7.2	Методы покоординатного спуска. Общая схема градиентных методов. Метод наискорейшего спуска. Метод сопряженных направлений. Метод Ньютона и модифицированный метод Ньютона	3	2		2	2	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК-1.1
7.3	Постановка задачи условной минимизации функции нескольких переменных. Классификация задач математического программирования. Постановка и различные формы записи задач линейного программирования. /Геометрическая интерпретация. Симплекс – метод.	3	2			2	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК-1.1
7.4	Основная задача выпуклого программирования. Условие регулярности. Функция Лагранжа. Седловая точка. Теорема Куна – Таккера. Различные виды условий Куна – Таккера. Задача с линейными ограничениями	3	2	2	1	1	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК-1.1
7.5	Задачи динамического программирования. Решение задач распределения ресурсов.	3	2	1		3	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК-1.1
	Форма промежуточной аттестации – зачет	3					
	Итого часов (без учёта часов на промежуточную аттестацию)		34	17	17	40	

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	Голубева, Н. В. Математическое моделирование систем и процессов : учеб. пособие для вузов ж.-д. трансп. / Н. В. Голубева. СПб. : Лань, 2013. - 191с.	54
6.1.1.2	Васильев, Ф. П. Методы оптимизации : учебник / Ф. П. Васильев. — Изд. нов., перераб. и доп. — Москва : МЦНМО, 2011. — 620 с. — URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=63313 (дата обращения: 18.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн
6.1.1.3	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
6.1.1.4	Орешкова, М. Н. Численные методы: теория и алгоритмы : учебное пособие / М. Н. Орешкова, Е. Е. Иванова. — Архангельск : САФУ, 2015. — 120 с. — URL: https://e.lanbook.com/book/96566 (дата обращения: 15.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн
6.1.1.5	Крахоткина, Е. В. Численные методы в научных расчетах : учебное пособие / Е. В. Крахоткина ; Северо-Кавказский федеральный университет. — Ставрополь : Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2015. — 162 с. — URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=458055 (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 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	Таирова, Е. В. Линейное программирование : учеб. пособие / Е. В. Таирова. Иркутск : ИрГУПС, 2007. - 75с.	459
6.1.2.3	Казанская, О. В. Модели и методы оптимизации : учебное пособие / О. В. Казанская, С. Г. Юн, О. К. Альсова ; Новосибирский государственный технический университет. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2012. — 204 с. — URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228848 (дата обращения: 18.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн
6.1.2.4	Зализняк, В. Е. Теория и практика по вычислительной математике : учебное пособие / В. Е. Зализняк, Г. И. Щепановская ; Сибирский федеральный университет. — Красноярск : Сибирский федеральный университет (СФУ), 2012. — 174 с. — URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229271 (дата обращения: 18.04.2024). — 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	Розинова, Н.С. Методические указания по изучению дисциплины Б1.О.12 Численные методы и теория оптимизации по специальности 10.05.03 Информационная безопасность автоматизированных систем, специализация Безопасность открытых информационных систем / Н.С. Розинова ; ИрГУПС. – Иркутск : ИрГУПС, 2024. – 13 с. - Текст: электронный. - URL: https://www.irgups.ru/eis/for_site/umkd_files/mu_47686_1529_2024_1_signed.pdf	Онлайн
6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»		
6.2.1	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн», https://biblioclub.ru/	
6.2.2	Электронно-библиотечная система «Издательство Лань», https://e.lanbook.com/	
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 №334100010011000114-0000756-01	
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-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).
3	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).
4	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.
5	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).
6	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).
7	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).
8	Учебная аудитория Г-309 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).
9	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).
10	Учебная аудитория А-401 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.
11	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	<p>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.</p> <p>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</p>

	<p>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 удастся разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии</p>
<p>Практическое занятие</p>	<p>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.</p> <p>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</p>
<p>Лабораторная работа</p>	<p>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 I.</p> <p>Исходя из цели, содержанием лабораторных работ могут быть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. <p>Допускается иное содержание лабораторных работ, если это будет способствовать реализации целей и задач дисциплины и формированию соответствующих компетенций.</p> <p>По характеру выполняемых лабораторных работ возможны:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. <p>Прежде, чем приступить к лабораторным занятиям, обучающимся необходимо</p>

	<p>повторить теоретический материал по теме работы. Каждая лабораторная работа оснащена методическими указаниями, разработанными преподавателями, ведущими дисциплину</p>
Самостоятельная работа	<p>Обучение по дисциплине «Численные методы и теория оптимизации» 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 удастся, то в обязательном порядке необходимо посетить консультацию преподавателя, ведущего практические занятия, и/или консультацию лектора.</p> <p>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»</p>
<p>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</p>	

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 и теория оптимизации» участвует в формировании компетенций:

ОПК-3. Способен использовать математические методы, необходимые для решения задач профессиональной деятельности

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

Программа контрольно-оценочных мероприятий очная форма обучения

№	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
3 семестр				
1.0	Раздел 1. Элементы теории погрешности			
1.1	Текущий контроль	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-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК-1.1	Контрольная работа (КР) (письменно)
2.0	Раздел 2. Численные методы решения уравнений и систем			
2.1	Текущий контроль	Численное решение систем линейных уравнений. Метод простой итерации. Метод Зейделя	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК-1.1	Контрольная работа (КР) (письменно)
2.2	Текущий контроль	Численные методы решения нелинейных уравнений. Отделение корней. Уточнение корней. Метод половинного деления. Метод хорд. Метод касательных. Метод итераций. Условия сходимости и оценка погрешности.	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК-1.1	Контрольная работа (КР) (письменно)
3.0	Раздел 3. Интерполяция и аппроксимации функций			
3.1	Текущий контроль	Задача интерполирования. Построение интерполирующей функции. Интерполяционная формула Лагранжа. Интерполяционная формула Ньютона. Сплайн-интерполяция.	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК-1.1	Разноуровневые задачи (задания/письменно)
3.2	Текущий контроль	Подбор эмпирической формулы. Определение параметров эмпирической формулы методом наименьших квадратов.	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК-1.1	Разноуровневые задачи (задания/письменно)
4.0	Раздел 4. Численное дифференцирование и интегрирование функций			
4.1	Текущий контроль	Численное дифференцирование функции. Погрешности, возникающие при численном дифференцировании.	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК-1.1	Разноуровневые задачи (задания/письменно)

4.2	Текущий контроль	Приближенное вычисление определенных интегралов: квадратурные формулы с равноотстоящими узлами. Оценка погрешности.	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК-1.1	Разноуровневые задачи (задания/письменно)
5.0	Раздел 5. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем			
5.1	Текущий контроль	Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем. Метод Эйлера, модифицированный метод Эйлера, метод Рунге-Кутты. Оценка погрешности.	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК-1.1	Разноуровневые задачи (задания/письменно)
5.2	Текущий контроль	Краевая задача. Численные методы решения краевой задачи. Метод конечных разностей	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК-1.1	Разноуровневые задачи (задания/письменно)
6.0	Раздел 6. Методы оптимизации функции одной переменной			
6.1	Текущий контроль	Постановка задачи минимизации функции одной переменной. Локальный и глобальный экстремумы. Унимодальные функции	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК-1.1	Разноуровневые задачи (задания/письменно)
6.2	Текущий контроль	Методы минимизации прямого поиска: метод оптимального пассивного поиска, метод деления отрезка пополам, метод золотого сечения, метод ломаных	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК-1.1	Разноуровневые задачи (задания/письменно)
6.3	Текущий контроль	Методы минимизации, использующие производные: метод касательных и метод Ньютона	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК-1.1	Разноуровневые задачи (задания/письменно)
7.0	Раздел 7. Методы оптимизации функции нескольких переменных			
7.1	Текущий контроль	Постановка задачи безусловной минимизации функции нескольких переменных. Выпуклые множества, выпуклые функции. Квадратичные функции. Понятие о методах спуска.	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК-1.1	Разноуровневые задачи (задания/письменно)
7.2	Текущий контроль	Методы покоординатного спуска. Общая схема градиентных методов. Метод наискорейшего спуска. Метод сопряженных направлений. Метод Ньютона и модифицированный метод Ньютона	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК-1.1	Разноуровневые задачи (задания/письменно)
7.3	Текущий контроль	Постановка задачи условной минимизации функции нескольких переменных. Классификация задач математического программирования. Постановка и различные формы записи задач линейного программирования. /Геометрическая интерпретация. Симплекс – метод.	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК-1.1	Разноуровневые задачи (задания/письменно)
7.4	Текущий контроль	Основная задача выпуклого программирования. Условие регулярности. Функция Лагранжа. Седловая точка. Теорема Куна – Таккера. Различные виды условий Куна – Таккера. Задача с линейными	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК-1.1	Разноуровневые задачи (задания/письменно)

		ограничениями		
7.5	Текущий контроль	Задачи динамического программирования. Решение задач распределения ресурсов.	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК-1.1	Разноуровневые задачи (задания/письменно)
	Промежуточная аттестация	Разделы: 1. Элементы теории погрешности. 2. Численные методы решения уравнений и систем. 3. Интерполяция и аппроксимации функций. 4. Численное дифференцирование и интегрирование функций. 5. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем. 6. Методы оптимизации функции одной переменной 7. Методы оптимизации функции нескольких переменных		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	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
2	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;	Комплект разноуровневых задач и заданий или комплекты задач и заданий определенного уровня

		<p>может быть использовано для оценки знаний и умений обучающихся;</p> <p>– реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей;</p> <p>может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся;</p> <p>– творческого уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения;</p> <p>может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся</p>	
--	--	---	--

Промежуточная аттестация

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

	дополнительные вопросы	
«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

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

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.

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

3.1 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

«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. Округлить число $\hat{a} = 1,1426$ до трех значащих цифр, подсчитать абсолютную и относительную погрешности.
2. Найти абсолютную погрешность приближенного числа $\hat{a} = 2,52$, вычисленного с относительной погрешностью $\delta_x = 0,7\%$ /
3. Определить количество верных значащих цифр в записи числа $\hat{a} = 38,285 \pm 0,034$.
4. Какое из равенств точнее $\frac{1}{3} \approx 0,333$ или $\frac{6}{25} \approx \frac{1}{4}$.
5. Пусть $A = \sqrt{2}$. Со сколькими верными значащими цифрами надо представить это число в приближенном виде, чтобы относительная погрешность его удовлетворяла неравенству $\delta_a \leq 0,1\%$.

Образец типового варианта контрольной работы

«Численное решение систем линейных уравнений. Метод простой итерации. Метод Зейделя»

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 типового варианта контрольной работы

«Численные методы решения нелинейных уравнений. Отделение корней. Уточнение корней. Метод половинного деления. Метод хорд. Метод касательных. Метод итераций. Условия сходимости и оценка погрешности»

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.

3.2 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
 «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 в точке $\bar{x} = 1,5$.

Образец заданий для решения разноуровневых задач
 «Подбор эмпирической формулы. 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 в точке $\bar{x} = 1,5$.

1. Найти первую центральную разностную производную в заданной точке;
2. По найденному интерполяционному многочлену найти первую производную исходной функции в указанной точке;
3. Найти вторые производные (по разностной формуле и по интерполяционному многочлену);
4. Найти абсолютную и относительную погрешности произведенных вычислений, приняв за точное, значение производной по интерполяционному многочлену.

Образец заданий для решения разноуровневых задач
 «Приближенное вычисление определенных интегралов: квадратурные формулы с равноотстоящими узлами. Оценка погрешности»

Вычислить приближенно $\int_0^{\pi} \cos^2 x dx$ 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

«Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем. Метод Эйлера, модифицированный метод Эйлера, метод Рунге-Кутты. Оценка погрешности»

1. 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-Кутты. 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-Кутты 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

«Краевая задача. Численные методы решения краевой задачи. Метод конечных разностей»

1. Решить краевую задачу для обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка $y'' + 2y' + 10y = 2e^x \cos 3x$ на отрезке $\left[0; \frac{\pi}{2}\right]$ при заданных краевых условиях $y(0) = 0$, $y\left(\frac{\pi}{2}\right) = 0$ и шаге интегрирования $h = \frac{\pi}{10}$ методом конечных разностей. Оценить погрешность полученного решения относительно точного ($y_t = \frac{1}{3}e^x \left(x - \frac{\pi}{2}\right) \sin 3x$).

Образец заданий для решения разноуровневых задач

«Постановка задачи минимизации функции одной переменной. Локальный и глобальный экстремумы. Унимодальные функции»

1. Проверить унимодальность функции $f(x) = x^2 - 2x + e^{-x}$ на отрезке $\left[0; \frac{\pi}{4}\right]$.

Образец заданий для решения разноуровневых задач

«Методы минимизации прямого поиска: метод оптимального пассивного поиска, метод деления отрезка пополам, метод золотого сечения, метод ломаных»

1. Убедившись в унимодальности функции $f(x) = x^2 - 2x + e^{-x}$ на отрезке $\left[0; \frac{\pi}{4}\right]$, найти
а) методом оптимального пассивного поиска
б) методом деления отрезка пополам
в) методом золотого сечения
точку минимума x_* функции $f(x)$ на этом отрезке с точностью $\varepsilon = 0,05$. Вычисления вести с одним запасным знаком.

2. Методом ломаных найти минимум $f(x_*)$ функции $f(x) = x^5 - 3x^2 + 1$ на отрезке $[0,1; 1]$ с точностью $\varepsilon = 0,01$ и точку минимума x_* .

Образец заданий для решения разноуровневых задач

«Методы минимизации, использующие производные: метод касательных и метод Ньютона»

1. Убедившись в выпуклости функции $f(x) = x^2 - \sin x$ на отрезке $[0; \frac{\pi}{2}]$, найти ее точку минимума x_* на этом отрезке и минимальное значение $f(x_*)$ методом касательных, используя в качестве условия достижения требуемой точности неравенство $|f'(x_k)| \leq 0,01$.

2. Убедившись в выпуклости функции $f(x) = 4x^2 + x - 4 + \sin^2 x$ на всей числовой оси, минимизировать ее методом Ньютона. Критерием достижения требуемой точности считать выполнение неравенства $|f'(x_k)| \leq 10^{-4}$.

Образец заданий для решения разноуровневых задач

«Постановка задачи безусловной минимизации функции нескольких переменных. Выпуклые множества, выпуклые функции. Квадратичные функции. Понятие о методах спуска»

1. Минимизировать функцию $f(x_1, x_2) = x_1^2 + x_2^3 + x_1 x_2 - x_1$ методом циклического покоординатного спуска, завершив вычисления при выполнении условий $\left| \frac{\partial f(x^{(k)})}{\partial x_i} \right| \leq 10^{-3}$, $i = 1, 2$.

2. Минимизировать квадратичную функцию $f(x_1, x_2) = 3x_1^2 - 3x_1 x_2 + 4x_2^2 - 2x_1 + x_2$ методом наискорейшего спуска, заканчивая вычисления при выполнении условий $\left| \frac{\partial f(x^{(k)})}{\partial x_i} \right| \leq 0,01$, $i = \overline{1, n}$.

Образец заданий для решения разноуровневых задач

«Методы покоординатного спуска. Общая схема градиентных методов. Метод наискорейшего спуска. Метод сопряженных направлений. Метод Ньютона и модифицированный метод Ньютона»

1. Минимизировать функцию $f(x_1, x_2) = \sqrt{x_1^2 + x_2^2 + 1} + \frac{1}{2}x_1 - \frac{1}{2}x_2$ методом сопряженных направлений, заканчивая вычисления при выполнении условий $\left| \frac{\partial f(x^{(k)})}{\partial x_i} \right| \leq 0,001$, $i = \overline{1, n}$.

2. Выбрав произвольное начальное приближение, минимизировать функцию $f(x_1, x_2, x_3) = 4x_1^2 + 3x_2^2 + 8x_3^2 + 2x_1 x_3 - x_2 x_3 + x_1 - 2x_2 + 4x_3$ модифицированным методом Ньютона.

Образец заданий для решения разноуровневых задач

«Постановка задачи условной минимизации функции нескольких переменных. Классификация задач математического программирования. Постановка и различные формы записи задач линейного программирования. Геометрическая интерпретация. Симплекс – метод»

1. Дана общая задача линейного программирования:

$$\begin{cases} 2x_1 + 9x_2 \geq 18 \\ -2x_1 + 4x_2 \geq 3; & x_1 \geq 0, x_2 \geq 0; & L(x) = 5x_1 + x_2 \\ 9x_1 + 3x_2 \leq 27 \end{cases}$$

а) Построить на плоскости область допустимых решений задачи и геометрически найти максимум и минимум линейной функции цели $L(x)$.

- b) Записать задачу линейного программирования в каноническом и стандартном виде.
 c) Составить М-задачу для максимума и минимума функции цели $L(x)$ и решить ее.

Образец заданий для решения разноуровневых задач
 «Основная задача выпуклого программирования. Условие регулярности. Функция Лагранжа. Седловая точка. Теорема Куна – Таккера. Различные виды условий Куна – Таккера. Задача с линейными ограничениями»

Дана задача выпуклого программирования

$$\begin{cases} 4x_1 - x_2 \geq 6, \\ 9x_1 + 8x_2 \leq 157, \quad x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0, \\ -3x_1 + 11x_2 \geq 16, \end{cases}$$

$$f(x_1, x_2) = x_1 + (x_2 - 11)^2 \rightarrow \min (\max).$$

Образец заданий для решения разноуровневых задач
 «Задачи динамического программирования. Решение задач распределения ресурсов.»

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	Характеристика ТЗ	Количество тестовых заданий, типы ТЗ
ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК-1.1	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	18 – 3ТЗ
		Умение	16 – 0ТЗ
		Навык и/или опыт деятельности	17 - 0ТЗ
ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК-1.1	Численное решение систем линейных уравнений. Метод простой итерации. Метод Зейделя	Знание	22 – 3ТЗ
		Умение	33 – 0ТЗ
		Навык и/или опыт деятельности	33 – 0ТЗ
ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК-1.1	Численные методы решения нелинейных уравнений. Отделение корней. Уточнение корней. Метод половинного деления. Метод хорд. Метод касательных. Метод итераций. Условия сходимости и оценка погрешности.	Знание	14 – 3ТЗ
		Умение	10 – 0ТЗ
		Навык и/или опыт деятельности	11 - 0ТЗ
ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК-1.1	Задача интерполирования. Построение интерполирующей функции. Интерполяционная формула Лагранжа. Интерполяционная формула Ньютона. Сплайн-интерполяция.	Знание	13 – 3ТЗ
		Умение	12 – 0ТЗ
		Навык и/или опыт деятельности	12 – 0ТЗ
ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК-1.1	Подбор эмпирической формулы. Определение параметров эмпирической формулы методом наименьших квадратов.	Знание	13 – 3ТЗ
		Умение	11 – 0ТЗ
		Навык и/или опыт деятельности	11 - 0ТЗ

ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК-1.1	Численное дифференцирование функции. Погрешности, возникающие при численном дифференцировании.	Знание	8 - 3ТЗ
		Умение	6 – 0ТЗ
		Навык и/или опыт деятельности	6 - 0ТЗ
ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК-1.1	Приближенное вычисление определенных интегралов: квадратурные формулы с равноотстоящими узлами. Оценка погрешности.	Знание	11 - 3ТЗ
		Умение	9 – 0ТЗ
		Навык и/или опыт деятельности	9 - 0ТЗ
ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК-1.1	Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем. Метод Эйлера, модифицированный метод Эйлера, метод Рунге-Кутты. Оценка погрешности.	Знание	11 - 3ТЗ
		Умение	7 – 0ТЗ
		Навык и/или опыт деятельности	8 - 0ТЗ
ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК-1.1	Краевая задача. Численные методы решения краевой задачи. Метод конечных разностей	Знание	4 - 3ТЗ
		Умение	3 – 0ТЗ
		Навык и/или опыт деятельности	2 - 0ТЗ
ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК-1.1	Постановка задачи минимизации функции одной переменной. Локальный и глобальный экстремумы. Унимодальные функции	Знание	8 - 3ТЗ
		Умение	6 – 0ТЗ
		Навык и/или опыт деятельности	6 - 0ТЗ
ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК-1.1	Методы минимизации прямого поиска: метод оптимального пассивного поиска, метод деления отрезка пополам, метод золотого сечения, метод ломаных	Знание	11 - 3ТЗ
		Умение	9 – 0ТЗ
		Навык и/или опыт деятельности	9 – 0ТЗ
ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК-1.1	Методы минимизации, использующие производные: метод касательных и метод Ньютона	Знание	8 - 3ТЗ
		Умение	12 – 0ТЗ
		Навык и/или опыт деятельности	12 – 0ТЗ
ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК-1.1	Постановка задачи безусловной минимизации функции нескольких переменных. Выпуклые множества, выпуклые функции. Квадратичные функции. Понятие о методах спуска.	Знание	16 – 3ТЗ
		Умение	11 – 0ТЗ
		Навык и/или опыт деятельности	11 – 0ТЗ
ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК-1.1	Методы покоординатного спуска. Общая схема градиентных методов. Метод наискорейшего спуска. Метод сопряженных направлений. Метод Ньютона и модифицированный метод Ньютона	Знание	26 – 3ТЗ
		Умение	22 – 0ТЗ
		Навык и/или опыт деятельности	22 – 0ТЗ
ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК-1.1	Постановка задачи условной минимизации функции нескольких переменных. Классификация задач математического программирования. Постановка и различные формы записи задач линейного программирования. /Геометрическая интерпретация. Симплекс – метод.	Знание	45 – 3ТЗ
		Умение	10 – 0ТЗ
		Навык и/или опыт деятельности	10 – 0ТЗ
ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК-1.1	Основная задача выпуклого программирования. Условие регулярности. Функция Лагранжа. Седловая точка. Теорема Куна – Таккера. Различные виды условий Куна – Таккера. Задача с линейными ограничениями	Знание	20 – 3ТЗ
		Умение	9 – 0ТЗ
		Навык и/или опыт деятельности	9 - 0ТЗ
ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК-1.1	Задачи динамического программирования. Решение задач распределения ресурсов.	Знание	3 – 3ТЗ
		Умение	3 – 0ТЗ
		Навык и/или опыт	3 - 0ТЗ

		деятельности	
		Итого	265 – ЗТЗ 399 - ОТЗ

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.

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.
2. Выберите правильный ответ.
Величина $\Delta a = |A - a|$ называется
А) абсолютная погрешность
В) погрешность метода
С) 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.
4. Выберите правильный ответ
Погрешность, связанная со способом решения поставленной математической задачи
А) погрешность метода
В) неустранимая погрешность
С) вычислительная погрешность
D) результирующая погрешность
5. Выберите правильный ответ
Абсолютная погрешность округления с избытком числа 1,8 до целых равна
А) 0,2
В) 0
С) -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
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 $x_1; x_2; \dots; x_{i-1}$.
А) метод Зейделя
В) матричный метод
С) метод Крамера
D) метод Гаусса

8. Выберите правильный ответ.
Отделить корень уравнения $\cos x = 2x$
- A) [0; 1]
 - B) [-1; 1]
 - C) [1; 2]
 - D) [2; 3]

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

10. 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.

11. 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 |

12. Дополните
Степень интерполяционного многочлена на меньше числа узлов интерполяции.

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

14. Дополните
Интерполяционный многочлен Ньютона используется, если узлы интерполяции образуют сетку

15. 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

16. Установите соответствие между эмпирическими зависимостями и способами спрямления:

$$y = a + \frac{b}{x}$$

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

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

$$y = \frac{1}{ax + b}$$

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

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

$$y = \frac{x}{ax + b}$$

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

17. Выберите правильный ответ

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

- A) метод трапеций
- B) метод прямоугольников
- C) метод парабол
- D) метод Симпсона

18. Установите соответствие между формулами и методами численного интегрирования

$$\int_a^b f(x) dx \approx \frac{b-a}{n} (y_0 + y_1 + y_2 + \dots + y_{n-1})$$

Метод
прямоугольников

$$\int_a^b f(x) dx \approx \frac{b-a}{n} \left(\frac{y_0 + y_n}{2} + y_1 + y_2 + \dots + y_{n-1} \right)$$

Метод трапеций

$$\int_a^b f(x) dx \approx \frac{b-a}{6m} (y_0 + y_{2m} + 2(y_2 + \dots + y_{2m-2}) + 4(y_1 + \dots + y_{2m-1}))$$

Метод парабол
метод Симпсона

$$n = 2m$$

19. 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-Кутты второго порядка
- D) метода Рунге-Кутты четвертого порядка

20. Выберите правильный ответ

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

- A) $|r| \leq Ch^5$
- B) $|r| \leq Ch^3$
- C) $|r| \leq Ch^4$
- D) $|r| \leq Ch^2$

21. 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

22. Установите соответствие между дифференциальным уравнением и его разностной схемой

$$y'' + y + \sin 2x = 0$$

$$y_{i+1} \frac{1}{h^2} + y_i \left(1 - \frac{2}{h^2}\right) + y_{i-1} \frac{1}{h^2} = -\sin 2x_i$$

$$y'' + 4y - \sin 2x = 0$$

$$y_{i+1} \frac{1}{h^2} + y_i \left(4 - \frac{2}{h^2}\right) + y_{i-1} \frac{1}{h^2} = \sin 2x_i$$

$$y'' - 2y + \sin 2x = 0$$

$$y_{i+1} \frac{1}{h^2} + y_i \left(-2 - \frac{2}{h^2}\right) + y_{i-1} \frac{1}{h^2} = -\sin 2x_i$$

$$y_{i+1} \frac{1}{h^2} + y_i \left(-1 - \frac{2}{h^2}\right) + y_{i-1} \frac{1}{h^2} = \sin 2x_i$$

23. Дополните:

Процесс нахождения экстремума (глобального минимума или максимума) некоторой функции или выбор наилучшего (оптимального) варианта из множества возможных называется

24. Выберите правильный ответ:

Чтобы найти экстремум функции классическим методом, необходимо решить уравнение:

- 1) $f'(x) = 0$;
 2) $f'(x) = const$;
 3) $f(x) = 0$;
 4) $\int f(x) dx = 0$.

25. Установите соответствие

В методах дихотомии (метод половинного деления отрезка и метод золотого сечения отрезка) точка минимума x_* :

- | | |
|----------------------------------|---------------------------------------|
| 1) $x_* \in [a_{k+1}, \beta_k]$ | A) если $f(\alpha_k) \leq f(\beta_k)$ |
| 2) $x_* \in [\alpha_k, b_{k+1}]$ | B) если $f(\alpha_k) > f(\beta_k)$ |
| 3) $x_* = a_{k+1}$ | C) $f'(a_{k+1}) = 0$ |
| 4) $x_* = b_{k+1}$ | D) $f'(b_{k+1}) = 0$ |
| E) $f(a_{k+1}) = 0$ | |
| Ж) $f(b_{k+1}) = 0$ | |

где точки a_{k+1}, b_{k+1} - концы $k+1$ отрезка, точки $\alpha_{k+1}, \beta_{k+1}$ - точки очередного сечения отрезка в заданном отношении.

26. Установите правильную последовательность действий при нахождении очередного приближения к точки минимума в методе касательных:

A) проверить выполнение условия $f'(a_0) \cdot f'(b_0) < 0$;

B) Вычислить значение по формуле $x_k = \frac{b_k f'(b_k) - a_k f'(a_k) + f(a_k) - f(b_k)}{f'(b_k) - f'(a_k)}$;

- 1) $\frac{\partial f(\bar{x})}{\partial x_i} = 0, i = \overline{1, n}$
- 2) $\nabla f(\bar{x}) = 0$;
- 3) $f(x_1, x_2) = 0$;
- 4) $\Delta f(\bar{x}) = 0$.

31. Выберите правильный ответ:

В методе скорейшего градиентного спуска величина шага α_k в направлении градиента выбирается:

- 1) как результат решения задачи одномерной минимизации относительно α_k ;
- 2) независимо от номера итерации k ;
- 3) постоянным.

32. Установите соответствие:

В методах градиентного спуска очередное приближение к точке минимума ищется как:

- | | |
|---------------------------------|---|
| 1) Метод с постоянным шагом | А) $\bar{x}^{k+1} = \bar{x}^k - \alpha \cdot \nabla f(\bar{x}^k), \alpha = const$ |
| 2) Метод скорейшего спуска | Б) $\bar{x}^{k+1} = \bar{x}^k - \alpha_k \cdot \nabla f(\bar{x}^k), k = 0, 1, 2, \dots$ |
| 3) Метод сопряженных градиентов | В) $\bar{x}^{k+1} = \bar{x}^k + \alpha_k \bar{p}^k, \bar{p}^k = -\nabla f(\bar{x}^k) + \beta_k \bar{p}^{k-1}$ |
| | Г) $\bar{x}^{k+1} = \bar{x}^k + \alpha \cdot f(\bar{x}^k), \alpha = const$ |

33. Выберите правильный ответ:

Для того, чтобы модифицированный метод Ньютона для отыскания минимума функции многих переменных сходиллся, необходимо следить за выполнением условия для матрицы Гессе $H(\bar{x}^k)$ исходной функции::

- 1) $H(\bar{x}^k) > 0$;
- 2) $H(\bar{x}^k) < 0$
- 3) $H(\bar{x}^k) = 0$
- 4) $H(\bar{x}^k) \neq 0$

34. Установите соответствие:

Для нахождения точки минимума функции многих переменных $f(\bar{x}), \bar{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ методом Ньютона и модифицированным методом Ньютона необходимо провести вычисления по формуле:

- | | |
|--|---|
| 1). для метода Ньютона | А) $\bar{x}^{k+1} = \bar{x}^k - H(\bar{x}^k)^{-1} \cdot \nabla f(\bar{x}^k)$ |
| 2). Для модифицированного метода Ньютона | Б) $\bar{x}^{k+1} = \bar{x}^k - \alpha_k \cdot H(\bar{x}^k)^{-1} \cdot \nabla f(\bar{x}^k)$ |
| | В) $\bar{x}^{k+1} = \bar{x}^k + H(\bar{x}^k)^{-1} \cdot \nabla f(\bar{x}^k)$ |
| | Г) $\bar{x}^{k+1} = \bar{x}^k + \alpha_k \cdot H(\bar{x}^k)^{-1} \cdot \nabla f(\bar{x}^k)$ |

где $H(\bar{x}^k)$ - матрица Гессе (матрица вторых производных) функции, $\nabla f(\bar{x}^k)$ -градиент исходной функции.

35. Дополните:

Задача нахождения минимума функции многих переменных при наличии дополнительных условий на переменные называется задачей минимизации.

36. Выберите правильные ответы:

Основная задача математического программирования записывается в виде:

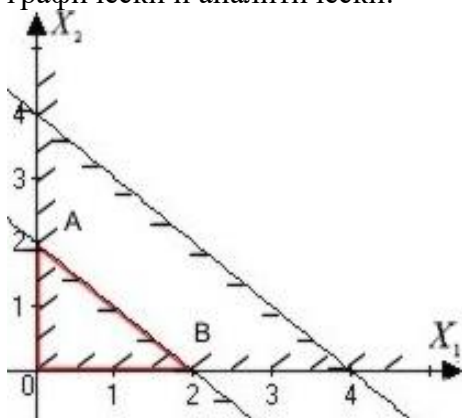
- | | |
|--|--|
| 1) $f(\bar{x}) \rightarrow \min$, | 3) $f(\bar{x}) \rightarrow \max$ |
| $\varphi_i(\bar{x}) \leq 0, \bar{x} \geq 0, i = \overline{1, m}$ | $\varphi_i(\bar{x}) \geq 0, \bar{x} \geq 0, i = \overline{1, m}$ |
| 2) $f(\bar{x}) \rightarrow \text{extre}$ | 4) $f(\bar{x}) \rightarrow \text{extr}$ |
| $\varphi_i(\bar{x}) = 0, \bar{x} \geq 0, i = \overline{1, m}$ | $\varphi_i(\bar{x}) \neq 0, \bar{x} \neq 0, i = \overline{1, m}$ |

37. Выберите правильный ответ:

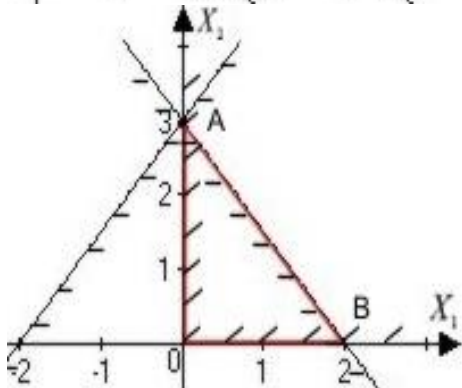
Для решения задачи выпуклого программирования для функции двух переменных можно применять:

- 1) Графический метод;
- 2) Симплекс-метод;
- 3) Метод множителей Лагранжа;
- 4) Метод потенциалов

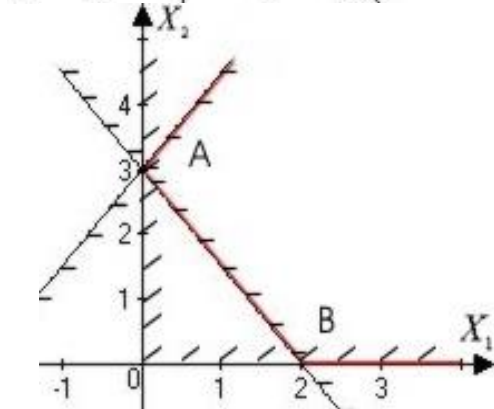
38. Установите соответствие между множествами допустимых значений, заданных графически и аналитически:



$$\begin{cases} x_1 + x_2 \leq 4, \\ x_1 + x_2 \leq 2, \\ x_{1,2} \geq 0. \end{cases}$$



$$\begin{cases} \frac{x_1}{2} + \frac{x_2}{3} \leq 1, \\ -\frac{x_1}{2} + \frac{x_2}{3} \leq 1, \\ x_{1,2} \geq 0. \end{cases}$$



$$\begin{cases} \frac{x_1}{2} + \frac{x_2}{3} \geq 1, \\ -\frac{x_1}{2} + \frac{x_2}{3} \leq 1, \\ x_{1,2} \geq 0. \end{cases}$$

39. Для задачи выпуклого программирования $f(\bar{x}) \rightarrow \min$, $\varphi_i(\bar{x}) \leq 0, \bar{x} \geq 0, i = \overline{1, m}$ функция Лагранжа записывается в виде:

- 1) $L(\bar{x}, \bar{\lambda}) = f(\bar{x}) + \sum_{i=1}^m \lambda_i \varphi_i(\bar{x})$
- 2) $L(\bar{x}, \bar{\lambda}) = f(\bar{x}) + \sum_{i=1}^m (\lambda_i - \varphi_i(\bar{x}))$
- 3) $L(\bar{x}, \bar{\lambda}) = f(\bar{x}) - \sum_{i=1}^m \lambda_i + \varphi_i(\bar{x})$
- 4) $L(\bar{x}, \bar{\lambda}) = \lambda_i f(\bar{x}) + \sum_{i=1}^m \varphi_i(\bar{x})$

40. Точка (x_i^*, λ_i^*) называется точкой функции Лагранжа, если n - мерная точка \bar{x}^* точкой минимума функции $L(\bar{x}, \bar{\lambda}^*)$, а m -мерная точка $\bar{\lambda}^*$ точкой максимума функции $L(\bar{x}^*, \bar{\lambda})$, что для всех $\bar{x}, \bar{\lambda}$ выполняется неравенство $L(\bar{x}^*, \bar{\lambda}) \leq L(\bar{x}^*, \bar{\lambda}^*) \leq L(\bar{x}, \bar{\lambda}^*)$

3.4 Перечень теоретических вопросов к зачету (для оценки знаний)

1. Основные понятия численных методов (определение, сходимость, устойчивость, обусловленность задачи)
 2. Основные понятия приближенных вычислений (абсолютная и относительная погрешность, верные и сомнительные значащие цифры, правила округления)
 3. Основные понятия линейной алгебры (СЛАУ, собственные значения и векторы, нормы матрицы и вектора)
 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. Интерполяционный многочлен Ньютона (2 формы)
 8. Сплайн-интерполирование
 9. Аппроксимация. Метод наименьших квадратов
 10. Численное дифференцирование, погрешность
 11. Численное интегрирование: формулы прямоугольников, трапеций, Симпсона.
- Сравнение формул
12. Квадратурная формула Гаусса
 13. Численное решение задачи Коши (метод Эйлера, модифицированный метод Эйлера, метод Рунге-Кутты)
 14. Решение линейной краевой задачи для обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка.
 15. Унимодальные функции, условия унимодальности
 16. Методы одномерной минимизации функции (метод оптимального пассивного поиска; метод деления отрезка пополам; метод золотого сечения; метод ломаных);
 17. Выпуклые функции, условия выпуклости;
 18. Методы одномерной минимизации функции с использованием производных (метод касательных; метод Ньютона)
 19. Многомерная безусловная оптимизация, основные определения; Выпуклые множества и выпуклые функции
 20. Методы минимизации функции нескольких переменных Понятие о методах спуска, правило одномерной минимизации;
 21. Метод покоординатного спуска; метод градиентного спуска с постоянным шагом; метод наискорейшего градиентного спуска; метод сопряженных направлений
 22. Преимущества и недостатки градиентных методов;
 23. Метод Ньютона минимизации функции многих переменных;

24. Условная многомерная оптимизация, классификация;
25. Основная задача линейного программирования; виды задач ЛП;
26. Геометрическая интерпретация основной задачи линейного программирования;
27. Симплекс-метод решения задач ЛП;
28. Основная задача выпуклого программирования, условие регулярности, функция Лагранжа.
29. Седловая точка, теорема Куна-Такера, задача с линейными ограничениями.
30. Задачи динамического программирования, решение задачи распределения ресурсов.

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

1. 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

2. 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

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

3. Вычислить приближенно $\int_0^1 \frac{dx}{1+x^2}$ с точностью $\varepsilon = 10^{-3}$, методом прямоугольников.

Вычислить определенный интеграл точно и сравнить с приближенным его значением.

4. 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.

5. Составить разностное уравнение для обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка $y'' + 2y' + 10y = 2e^x \cos 3x$ на отрезке $\left[0; \frac{\pi}{2}\right]$ при заданных краевых

условиях $y(0) = 0$, $y\left(\frac{\pi}{2}\right) = 0$ и шаге интегрирования $h = \frac{\pi}{10}$ методом конечных разностей.

6. Убедиться в унимодальности функции $f(x) = x^2 - 2x + e^{-x}$ на отрезке $[1;1,5]$.

7. Методом оптимального пассивного поиска точку минимума x_* функции $f(x) = x^2 - 2x + e^{-x}$ на отрезке $[1;1,5]$ с точностью $\varepsilon = 0,05$. Вычисления вести с одним запасным знаком.

8. Найти методом деления отрезка пополам точку минимума x_* функции $f(x) = x^2 - 2x + e^{-x}$ на отрезке $[1;1,5]$ с точностью $\varepsilon = 0,05$. Вычисления вести с одним запасным знаком.

9. Убедиться в выпуклости функции $f(x) = x - \ln x$ на отрезке $[0,1;2]$.

10. Найти точку минимума x_* функции $f(x) = x - \ln x$ на отрезке $[0,1;2]$ и минимальное

значение $f(x_*)$ методом касательных, используя в качестве условия достижения требуемой точности неравенство $|f'(x_k)| \leq 0,1$.

11. Построить множество $X = \{(x_1, x_2, x_3) : x_1 \geq 3x_3^2\}$ и установить, является ли оно выпуклым.

12. Найти градиент $f'(x)$ функции $f(x_1, x_2, x_3) = x_1^2 + 5x_2^2 + 2x_3^2 + \cos(x_1 - x_2 + x_3)$ и выяснить, является ли функция $f(x)$ выпуклой во всем пространстве E^n .

13. Минимизировать функцию $f(x_1, x_2) = x_1^2 + 12x_2^2 - 2x_1 + 36x_2 - 2$ методом циклического покоординатного спуска, завершив вычисления при выполнении условий $\left| \frac{\partial f(x^{(k)})}{\partial x_i} \right| \leq 10^{-2}, i = 1, 2$.

14. Минимизировать квадратичную функцию $f(x_1, x_2) = 7x_1^2 + 2x_1x_2 + 5x_2^2 + x_1 - 10x_2$ методом наискорейшего спуска, заканчивая вычисления при выполнении условий $\left| \frac{\partial f(x^{(k)})}{\partial x_i} \right| \leq 0,1, i = \overline{1, n}$.

3.6 Перечень типовых практических заданий к зачету

(для оценки навыков и (или) опыта деятельности)

1. Для следующих систем провести 1 шаг

а) метода простой итерации;

б) метода Зейделя.

Оценить погрешность полученных приближений

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

1. Построить интерполяционный полином Лагранжа и интерполяционный полином Ньютона для функции $y = y(x)$, заданной таблично. Найти значение функции в точке $x = 1,5$.

x	0	1	2	3
y	2.083	3.102	4.529	7.822

2. 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.

3. Вычислить приближенно $\int_0^1 \frac{dx}{1+x^2}$ с точностью $\varepsilon = 10^{-3}$ одним из известных методов. Вычислить определенный интеграл точно и сравнить с приближенным его значением.

4. Численно решить дифференциальное уравнение $y' = \frac{y}{2x} + x^3, y(1) = 1$

на отрезке $[1; 2]$ с шагом $h = 0,2$ модифицированным методом Эйлера или методом Рунге-Кутты. 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.

5. Методом Рунге-Кутты 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.

6. Решить краевую задачу для обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка $y'' + 2y' + 10y = 2e^x \cos 3x$ на отрезке $\left[0; \frac{\pi}{2}\right]$ при заданных краевых условиях $y(0) = 0$, $y\left(\frac{\pi}{2}\right) = 0$ и шаге интегрирования $h = \frac{\pi}{10}$ методом конечных разностей.

7. Убедиться в унимодальности функции $f(x) = x^2 - 2x + e^{-x}$ на отрезке $[1; 1,5]$. Методом золотого сечения найти точку минимума x_* функции $f(x)$ на этом отрезке с точностью $\varepsilon = 0,05$. Вычисления вести с одним запасным знаком.

8. Методом ломаных и методом касательных найти минимум $f(x_*)$ функции $f(x) = x^4 - x^3 + x - 1$ на отрезке $[0,2; 2]$ с точностью $\varepsilon = 0,01$ и точку минимума x_* . Сравнить полученные результаты.

9. Убедиться в выпуклости функции $f(x) = x^4 + x + 3 + e^{-2x}$ на всей числовой оси. Методом Ньютона найти ее минимум. Критерием достижения требуемой точности считать выполнение неравенства $|f'(x_k)| \leq 10^{-4}$.

10. Минимизировать квадратичную функцию $f(x_1, x_2) = 7x_1^2 + 2x_1x_2 + 5x_2^2 + x_1 - 10x_2$ методом наискорейшего спуска и методом циклического покоординатного спуска, заканчивая вычисления при выполнении условий $\left| \frac{\partial f(x^{(k)})}{\partial x_i} \right| \leq 0,01$, $i = \overline{1, n}$. Сделать выводы.

11. Минимизировать функцию $f(x_1, x_2) = x_1^2 + 2x_2^2 + e^{x_1^2 + x_2^2} - x_1 + 2x_2$ методом сопряженных направлений и методом наискорейшего спуска, заканчивая вычисления при выполнении условий $\left| \frac{\partial f(x^{(k)})}{\partial x_i} \right| \leq 0,001$, $i = \overline{1, n}$. Сделать выводы.

12. Выбрав произвольное начальное приближение, минимизировать функцию $f(x_1, x_2, x_3) = 3x_1^2 + 5x_2^2 + 2x_3^2 + 2x_1x_2 - x_1x_3 - 2x_1 + x_3$ модифицированным методом Ньютона и методом сопряженных направлений. Сделать выводы.

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
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 оформления (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
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

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.