

Министерство транспорта Российской Федерации
Федеральное агентство железнодорожного транспорта
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Самарский государственный университет путей сообщения
(СамГУПС)

УТВЕРЖДАЮ
и.о. директора филиала
Н
09 июля 2020 г.

Нижний Новгород 2020

Программу составил: Архаров Е.В.

Рабочая программа разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по специальности 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов, специализация «Электроснабжение железных дорог» утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «27» марта 2018 г. № 217.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры «Общеобразовательные и профессиональные дисциплины»

Протокол от «18» апреля 2020 г. № 8

Зав. кафедрой, канд. техн. наук, проф. _____


Подпись

И.В. Каспаров

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1. Цели и задачи дисциплины

Изучение дисциплины «Математическое моделирование систем и процессов» составляет фундамент профессиональной подготовки специалистов. Дисциплина базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин математика, физика, химия, информатика, начертательная геометрия и компьютерная графика, теоретическая механика и др. Знания, полученные при изучении дисциплины «Математическое моделирование систем и процессов» будут служить базисом для изучения всего блока специальных дисциплин, таких как Микропроцессорные информационно-управляющие системы, Эксплуатация технических средств обеспечения движения поездов, Автоматизация системы электроснабжения и др.

Цель дисциплины – формирование у обучающихся компетенций в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами по специальности 23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов».

Дисциплина «Математическое моделирование систем и процессов» должна помочь студентам сформировать практические навыки в области построения и применения математических моделей транспортных процессов. С этой целью особое внимание уделяется взаимосвязи данного предмета с другими изучаемыми дисциплинами.

1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Индикатор	Результаты освоения учебной дисциплины
ОПК-1. Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования	
ОПК-1.2. Проводит эксперименты по заданной методике и анализирует их результаты	Знать: – методы и методики математического анализа и моделирования для проведения экспериментов.
	Уметь: – проводить эксперименты по заданной методике и анализировать результаты.
	Владеть: – навыками проведения экспериментов по заданной методике и анализа результатов.
ОПК-1.5. Использует физико-математический аппарат для разработки про-	Знать: – основы высшей математики и основные законы естественнонаучных дисциплин.

стных математических моделей явлений, процессов и объектов при заданных допущениях и ограничениях	Уметь: – осуществлять математическую постановку конкретной задачи в различных сферах человеческой деятельности и применять методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности; – применять полученные знания к решению практических задач; – ставить задачу исследования и решать ее на основе современного программного обеспечения компьютеров; – ставить цель и выбирать пути ее достижения, анализировать полученные результаты. Владеть: – новейшими математическими методами исследования, которые могут применяться в области его деятельности; – навыками использования прикладных пакетов программ при работе на компьютере; – математическими методами и вычислительными средствами при решении профессиональных задач; – культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации.
ОПК-1.8. Использует математические методы и модели для описания и анализа технических систем и устройств, а также для решения инженерных задач в профессиональной деятельности	Знать: – основные понятия математического анализа и моделирования; – основные понятия теоретического исследования; – основные понятия экспериментального исследования. Уметь: – применять методы математического анализа и моделирования для описания и анализа технических систем и устройств, а также для решения инженерных задач в профессиональной деятельности; – применять методы теоретического исследования; – применять методы экспериментального исследования. Владеть: – новейшими математическими методами исследования, методами теоретического и экспериментального исследования, которые могут применяться для решения инженерных задач в профессиональной деятельности.
ОПК-10. Способен формулировать и решать научно-технические задачи в области своей профессиональной деятельности	
ОПК-10.1. Знает основные направления научно-исследовательской деятельности в эксплуатации	Знать: – основные проблемы в области эксплуатации объектов транспорта; – основные источники информации в данной области знаний.

объектов транспорта; принципы построения алгоритмов решения научно-технических задач в профессиональной деятельности	Уметь: – выбирать методы и алгоритмы для решения научно-технических задач в профессиональной деятельности.
	Владеть: – навыками применения методов математического моделирования для решения задач в профессиональной деятельности.
ОПК-10.2. Владеет навыками самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области проведения поиска и отбора информации, математического и имитационного моделирования транспортных объектов	Знать: – основные методики и технологии использования информационно-поисковых систем; – основные понятия математического моделирования транспортных объектов.
	Уметь: – использовать информационные для приобретения новых необходимых знаний при решении профессиональных задач; – пользоваться методами математического моделирования транспортных объектов.
	Владеть: – методами использования информационных технологий для систематизации информационных ресурсов; – методами математического моделирования для решения профессиональных задач.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина «Математическое моделирование систем и процессов» относится к обязательной части Блока Б1 «Дисциплины (модули)».

Код дисциплины	Наименование дисциплины	Коды формируемых компетенций
Осваиваемая дисциплина		
Б1.О.18	Математическое моделирование систем и процессов	ОПК-1, ОПК-10
Предшествующие дисциплины		
Б1.О.08	Физика	ОПК-1
Б1.О.10	Математика	ОПК-1
Б1.О.12	Химия	ОПК-1
Дисциплины, осваиваемые параллельно		
Б1.О.10	Математика	ОПК-1
Б1.О.20	Инженерная экология	ОПК-1
Последующие дисциплины		
Б2.О.04(Пд)	Производственная практика, преддипломная практика	ОПК-10
Б3.01	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы	ОПК-1;ОПК-10

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделяемых на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

3.1. Распределение объема учебной дисциплины на контактную работу с преподавателем и самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Всего часов по учебному плану	Курсы (семестры)
		2 (3; 4)
Общая трудоемкость дисциплины:		
- часов	216	216
- зачетных единиц	6	6
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), часов	93	93
<i>из нее аудиторные занятия, всего</i>	93	93
в т.ч.		
лекции	54	54
практические занятия		
лабораторные работы	36	36
КА	0,65	0,65
КЭ	2,35	2,35
в т.ч. в интерактивной форме		
Самостоятельная подготовка к экзаменам в период экзаменационной сессии (контроль)	33,65	33,65
Самостоятельная работа (всего), часов	89,35	89,35
в т.ч. на выполнение:		
контрольной работы		
расчетно-графической работы	18	18
реферата		
курсовой работы		
курсового проекта		
Виды промежуточного контроля	Экз(1) Зач (1)	Экз(1) Зач (1)
Текущий контроль (вид, количество)	РГР(1)	РГР(1)

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Темы и краткое содержание курса

Тема 1. Основные понятия математического моделирования

Понятие моделирования объекта или процесса будущих действий. Классификация моделей. Понятие математической модели.

Тема 2. Методы математического моделирования

Классификация методов решения математических задач. Численный метод как основной инструмент для решения сложных математических задач.

Тема 3. Линейное программирование

Математическая модель задачи линейного программирования. Каноническая форма и приведение к ней общей задачи линейного программирования. Графический метод решения задач линейного программирования. Задачи с двумя и с n переменными. Свойства решений задач линейного программирования. Многоугольники и многогранники. Экстремум целевой функции. Опорное решение задачи линейного программирования, его взаимосвязь с угловыми точками.

Тема 4. Симплексный метод

Задача об использовании сырья; алгоритм симплексного метода ее решения. Нахождение начального опорного решения и переход к новому опорному решению. Преобразование целевой функции. Улучшение опорного решения. Метод искусственного базиса и особенности его алгоритмов. Теория двойственности. Виды математических моделей двойственных задач. Правила составления двойственных задач. Первая и вторая теоремы двойственности.

Тема 5. Приближенное решение алгебраических и трансцендентных уравнений

Приближенное решение алгебраических и трансцендентных уравнений с одной переменной: отделение корней, метод половинного деления, методы хорд и касательных, комбинированный метод. Апостериорные оценки погрешностей методов.

Тема 6. Метод простой итерации

Метод простой итерации: обоснование сходимости, оценка точности. Принцип сжимающих отображений в метрических пространствах. Применение к системам линейных и нелинейных уравнений.

Тема 7. Интерполирование

Интерполирование функций: постановка задачи и ее разрешимость. Интерполяционные формулы Лагранжа и Ньютона. Оценка погрешностей формул. Кусочно-полиномиальное интерполирование: кубические сплайны.

Тема 8. Численное дифференцирование и интегрирование

Особенности задач численного дифференцирования. Численное дифференцирование на основе интерполяционных формул. Оценка остаточного члена. Применение квадратурной формулы Ньютона-Котеса для численного ин-

тегрирования. Метод трапеций и метод Симпсона. Оценка погрешностей методов.

Тема 9. Численное решение дифференциальных уравнений

Решение дифференциальных уравнений первого порядка. применение принципа сжимающих отображений к решению задачи Коши. Метод последовательных приближений. Методы численного интегрирования дифференциальных уравнений типа Рунге-Кутты: метод ломаный Эйлера, метод Эйлера-Коши, метод четвертого порядка точности.

4.2. Распределение часов по темам и видам учебной работы

Названия разделов и тем	Всего часов по учебному плану	Виды учебных занятий			
		Контактная работа (Аудиторная работа)			СРС
		ЛК	ПЗ	ЛБ	
2 курс					
3 семестр					
Тема 1. Основные понятия математического моделирования	13	2		2	9
Тема 2. Методы математического моделирования	13	2		2	9
Тема 3. Линейное программирование	25	8		8	9
Тема 4. Симплексный метод	20,75	6		6	8,75
КА	0,25				
КЭ					
Контроль					
Всего за 3 семестр	72	18		18	35,75
4 семестр					
Тема 5. Приближенное решение алгебраических и трансцендентных уравнений	21	7		4	10
Тема 6. Метод простой итерации	19	7		2	10
Тема 7. Интерполирование	21	7		4	10
Тема 8. Численное дифференцирование и интегрирование	23	7		4	12
Тема 9. Численное решение дифференциальных уравнений	23,6	8		4	11,6
КА	0,4				
КЭ	2,35				
Контроль	33,65				
Всего за 4 семестр	144	36		18	53,6
Итого за 2 курс	216	54		36	89,35

4.3. Тематика практических занятий

Практических занятий по дисциплине учебным планом не предусмотрено.

4.4. Тематика лабораторных работ

Тема лабораторных работ	Количество часов
	всего
2 курс	
3 семестр	
Тема 1. Основные понятия математического моделирования	2
Тема 2. Методы математического моделирования	2
Тема 3. Линейное программирование	8
Тема 4. Симплексный метод	6
Всего за 3 семестр	18
4 семестр	
Тема 5. Приближенное решение алгебраических и трансцендентных уравнений	4
Тема 6. Метод простой итерации	2
Тема 7. Интерполирование	4
Тема 8. Численное дифференцирование и интегрирование	4
Тема 9. Численное решение дифференциальных уравнений	4
Всего за 4 семестр	18
Итого за 2 курс	36

4.5. Тематика расчетно-графической работы

Приближенное решение уравнений и систем уравнений. Интерполирование функций. Численное дифференцирование и интегрирование. Численное решение дифференциальных уравнений.

5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

5.1. Распределение часов по темам и видам самостоятельной работы

Разделы и темы	Всего часов по учебному плану	Вид самостоятельной работы
2 курс		
3 семестр		
Тема 1. Основные понятия математического моделирования	9	Самостоятельное изучение отдельных тем учебной литературы. Подготовка к промежуточной аттестации и текущему контролю знаний.
Тема 2. Методы математического моделирования	9	Самостоятельное изучение отдельных тем учебной литературы. Подготовка к промежуточной аттестации и текущему контролю знаний.
Тема 3. Линейное программирование	9	Самостоятельное изучение отдельных тем учебной литературы. Подготовка к

		промежуточной аттестации и текущему контролю знаний.
Тема 4. Симплексный метод	8,75	Самостоятельное изучение отдельных тем учебной литературы. Подготовка к промежуточной аттестации и текущему контролю знаний.
4 семестр		
Тема 5. Приближенное решение алгебраических и трансцендентных уравнений	10	Самостоятельное изучение отдельных тем учебной литературы. Выполнение расчетно-графической работы. Подготовка к промежуточной аттестации и текущему контролю знаний.
Тема 6. Метод простой итерации	10	Самостоятельное изучение отдельных тем учебной литературы. Выполнение расчетно-графической работы. Подготовка к промежуточной аттестации и текущему контролю знаний.
Тема 7. Интерполирование	10	Самостоятельное изучение отдельных тем учебной литературы. Выполнение расчетно-графической работы. Подготовка к промежуточной аттестации и текущему контролю знаний.
Тема 8. Численное дифференцирование и интегрирование	12	Самостоятельное изучение отдельных тем учебной литературы. Выполнение расчетно-графической работы. Подготовка к промежуточной аттестации и текущему контролю знаний.
Тема 9. Численное решение дифференциальных уравнений	11,6	Самостоятельное изучение отдельных тем учебной литературы. Выполнение расчетно-графической работы. Подготовка к промежуточной аттестации и текущему контролю знаний.
ИТОГО	89,35	

5.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студентов с указанием места их нахождения:

- учебная литература – библиотека филиала;
- методические рекомендации по выполнению расчетно-графической работы;
- методические рекомендации по самостоятельной работе – сайт филиала.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

Вид оценочных средств	Количество
Текущий контроль	
Расчетно-графическая работа	1

Контрольная работа	Учебным планом не предусмотрено
Реферат	Учебным планом не предусмотрено
Курсовая работа	Учебным планом не предусмотрено
Курсовой проект	Учебным планом не предусмотрено
Промежуточный контроль	
Зачет	1
Экзамен	1

Фонд оценочных средств представлен в приложении к рабочей программе.

7. Перечень основной и дополнительной литературы

7.1. Основная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество
Л1.1	Голубева Н.В.	Математическое моделирование систем и процессов: учебное пособие	Санкт-Петербург : Лань, 2016. - 192 с. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/76825	[Электронный ресурс]
Л1.2	Шестаков, А.А., Голечков Ю.И.	Математическое моделирование. Часть 1,2: Учебное пособие	Москва : ВЗИ-ИТ, 1993.-90с.	52
Л1.3	Советов Б.Я.	Моделирование систем [Текст] : учебник	Москва : Высшая школа, 2007. - 343 с.	10
Л1.4	Волков Е.А.	Численные методы : учебное пособие	Санкт-Петербург : Издательство «Лань», 2008.- 256 с.	12
Л1.5	Солоп С.А., Кулькин А.Г.	Математическое моделирование систем и процессов: Учебное пособие	Ростов-на-Дону : РГУПС, 2017. — 172 с. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/129321	[Электронный ресурс]
Л1.6	Горбачев А.М., Новиков Д.В., Белоусов С.В.	Математическое моделирование систем и процессов : учебное пособие	Санкт-Петербург : ПГУПС, 2017. — 54 с. - Режим доступа : https://e.lanbook.com/book/101571	[Электронный ресурс]
7.2. Дополнительная литература				

Л2.1	Гмурман В.Е.	Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие	Москва : Издательство Юрайт; ИД Юрайт, 2010,2012. - 479 с.	60
Л2.2	Киреев, В. И. Пантелеев А.В.	Численные методы в примерах и задачах: Учебное пособие	Москва : Высшая школа, 2008.-480 с.	15

8. Перечень ресурсов информационно - телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Официальный сайт филиала
2. Электронная библиотечная система

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

1. Лекционные занятия составляют основу теоретического обучения, включают в себя систематизированные основы знаний по дисциплине, концентрируют внимание обучающихся на наиболее сложных и узловых вопросах. Студентам рекомендуется конспектировать предлагаемый материал, для этого на занятиях необходимо иметь письменные принадлежности.

2. Лабораторные работы являются дополнением лекционных курсов и самостоятельной работы обучающихся, а также средством проверки усвоения ими знаний, даваемых на лекции и в процессе изучения рекомендуемой литературы. Лабораторные работы включают решение задач разного уровня. При подготовке к лабораторным работам по дисциплине необходимо ознакомиться с лекционным материалом на соответствующую тему.

3. Самостоятельная работа студентов по изучению дисциплины является одним из видов учебных занятий. Умение самостоятельно работать необходимо для успешного овладения курсом. В рамках самостоятельной работы студент должен выполнить расчетно-графическую работу. Вариант работы выбирается в соответствии с последней цифрой шифра зачетной книжки студента. Выполнение и защита расчетно-графической работы являются непременным условием для допуска к экзамену. Во время выполнения расчетно-графической работы можно получить групповые или индивидуальные консультации у преподавателя.

10. Перечень информационных технологий, программного обеспечения и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Программное обеспечение для проведения лекций, демонстрации презентаций: Microsoft Office 2010 и выше.

Программное обеспечение для проведения практических и лабораторных занятий:

- Графический редактор MS Excel;
- Программы компьютерной математики MathCAD.

Профессиональные базы данных, используемые для изучения дисциплины (свободный доступ)

Общероссийский математический портал (информационная система) - <http://www.mathnet.ru/>

11. Описание материально - технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

11.1. Требования к аудиториям (помещениям, кабинетам) для проведения занятий с указанием соответствующего оснащения занятий с указанием соответствующего оснащения

Аудитория для проведения занятий лекционного типа - аудитория № 401 г. Н.Новгород, пл. Комсомольская, д.3 соответствует требованиям охраны труда по освещенности, количеству рабочих (посадочных) мест студентов и качеству учебной доски, а также требованиям пожарной безопасности. Освещенность рабочих мест соответствует действующим СНиПам.

Специализированная мебель: столы ученические - 32 шт., стулья ученические – 65 шт., доска настенная – 1 шт., стол преподавателя – 1 шт., стул преподавателя – 1 шт.

Технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: (переносной экран, переносной проектор, ноутбук)

Учебно-наглядные пособия - комплект презентаций

11.2. Перечень лабораторного оборудования

Лаборатория Компьютерный класс №2 (аудитория № 411), г. Н. Новгород, пл. Комсомольская, д. 3

Специализированная мебель: столы ученические - 25 шт., стулья ученические – 31 шт., доска настенная – 1 шт., стол преподавателя – 1 шт., стул преподавателя – 1 шт.

Технические средства обучения: компьютеры – 17 шт., видеопанель – 1 шт.

Программное обеспечение:

КОМПАС – 3D версии V18 лицензионное соглашение ДЛ-13-00297

Microsoft Office Professional 2007 (лицензия № 43571 763 от 06.03.2008)

**ФОНД
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

по учебной дисциплине

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
СИСТЕМ И ПРОЦЕССОВ**

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения учебной дисциплины

1.1. Перечень компетенций

ОПК-1: способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования.

Индикатор ОПК-1.2. Проводит эксперименты по заданной методике и анализирует их результаты.

Индикатор ОПК-1.5. Использует физико-математический аппарат для разработки простых математических моделей явлений, процессов и объектов при заданных допущениях и ограничениях.

Индикатор ОПК-1.8: использует математические методы и модели для описания и анализа технических систем и устройств, а также для решения инженерных задач в профессиональной деятельности.

ОПК-10. Способен формулировать и решать научно-технические задачи в области своей профессиональной деятельности.

Индикатор ОПК-10.1. Знает основные направления научно-исследовательской деятельности в эксплуатации объектов транспорта; принципы построения алгоритмов решения научно-технических задач в профессиональной деятельности.

Индикатор ОПК-10.2. Владеет навыками самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области проведения поиска и отбора информации, математического и имитационного моделирования транспортных объектов.

1.2. Этапы формирования компетенций в процессе освоения учебной дисциплины

Наименование этапа	Содержание этапа (виды учебной работы)	Коды формируемых на этапе компетенций, индикаторов
Этап 1. Формирование теоретической базы знаний	Лекции, самостоятельная работа студентов с теоретической базой, лабораторные занятия	ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.5, ОПК-1.8), ОПК-10 (ОПК-10.1, ОПК-10.2)
Этап 2. Формирование умений	Лабораторные занятия	ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.5, ОПК-1.8), ОПК-10 (ОПК-10.1, ОПК-10.2)
Этап 3. Формирование навыков практического использования знаний и умений	Выполнение расчетно-графической работы	ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.5, ОПК-1.8), ОПК-10 (ОПК-10.1, ОПК-10.2)
Этап 4. Проверка усвоенного материала	Защита расчетно-графической работы, зачет, экзамен	ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.5, ОПК-1.8), ОПК-10 (ОПК-10.1, ОПК-10.2)

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

2.1. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Этап формирования компетенции	Код компетенции, индикатор	Показатели оценивания компетенций	Критерии	Способы оценки
Этап 1. Формирование теоретической базы знаний	ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.5, ОПК-1.8), ОПК-10 (ОПК-10.1, ОПК-10.2)	-посещение лекционных и лабораторных занятий; -ведение конспекта лекций; - участие в обсуждении теоретических вопросов тем на каждой лабораторной работе	-наличие конспекта лекций по всем темам, вынесенным на лекционное обсуждение; -активное участие студента в обсуждении теоретических вопросов	устный ответ
Этап 2. Формирование умений (решение задачи по образцу)	ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.5, ОПК-1.8), ОПК-10 (ОПК-10.1, ОПК-10.2)	-выполнение лабораторных работ	- успешное самостоятельное выполнение лабораторных работ	-отчет по лабораторной работе
Этап 3. Формирование навыков практического использования знаний и умений	ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.5, ОПК-1.8), ОПК-10 (ОПК-10.1, ОПК-10.2)	-наличие правильно выполненной расчетно-графической работы	-расчетно-графическая работа имеет положительную рецензию и допущена к защите	расчетно-графическая работа
Этап 4. Проверка усвоенного материала	ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.5, ОПК-1.8), ОПК-10 (ОПК-10.1, ОПК-10.2)	- зачет; -успешная защита расчетно-графической работы; - экзамен.	- ответы на все вопросы по расчетно-графической работе; - ответы на вопросы экзаменационного билета, на вопросы зачета и на дополнительные вопросы	-устный ответ, решение задач

2.2. Критерии оценивания компетенций по уровню их сформированности

Код компетенции, индикатор	Уровни сформированности компетенций		
	базовый	средний	высокий
ОПК-1 (ОПК-1.2)	Знать: – поверхностно знает методы и методики математического анализа и моделирования для проведения экспериментов. Уметь: – недостаточно эффективно проводить эксперименты по заданной методике и анализировать результаты. Владеть: – поверхностно владеет навыками проведения экспериментов по заданной методике и анализа результатов.	Знать: – знает методы и методики математического анализа и моделирования для проведения экспериментов. Уметь: – проводить эксперименты по заданной методике и анализировать результаты. Владеть: – навыками проведения экспериментов по заданной методике и анализа результатов.	Знать: – уверенно знает методы и методики математического анализа и моделирования для проведения экспериментов. Уметь: – эффективно проводить эксперименты по заданной методике и анализировать результаты. Владеть: – уверенно владеет навыками проведения экспериментов по заданной методике и анализа результатов.
ОПК-1 (ОПК-1.5)	Знать: – основы высшей математики и основные законы естественнонаучных дисциплин. Уметь: – частично осуществлять математическую постановку конкретной задачи в различных сферах человеческой деятельности и применять методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности; – частично применять полученные знания к решению практических задач. Владеть: – частично владеет математическими методами исследования,	Знать: – уверенно оперирует понятиями высшей математики и формулирует основные законы естественнонаучных дисциплин. Уметь: – уверенно формализовать конкретную задачу в различных сферах человеческой деятельности на язык математики и применять методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности; – уверенно применять полученные знания к решению практических задач; – решать задачи исследования на основе	Знать: – свободно оперирует понятиями высшей математики и формулирует основные законы естественнонаучных дисциплин. Уметь: – свободно осуществлять математическую постановку конкретной задачи в различных сферах человеческой деятельности и применять методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности; – свободно применять полученные знания к решению практических задач; – ставить задачу исследования и решать

	навыками использования прикладных пакетов программ при решении профессиональных задач.	современного программного обеспечения компьютеров. Владеть: – уверенно владеет математическими методами исследования при решении профессиональных задач, навыками работы с прикладными пакетами программ.	ее на основе современного программного обеспечения компьютеров; – ставить цель и выбирать пути ее достижения, анализировать полученные результаты. Владеть: – свободно владеет новейшими математическими методами исследования, которые могут применяться в области его деятельности, навыками работы с прикладных пакетами программ при работе на компьютере; – математическими методами и вычислительными средствами при решении профессиональных задач.
ОПК-1 (ОПК-1.8)	Знать: – основы математического анализа и моделирования; – основные понятия теоретического исследования; – основные понятия экспериментального исследования. Уметь: – частично применять методы математического анализа и моделирования для описания и анализа технических систем и устройств, а также для решения инженерных задач в профессиональной деятельности; – частично применять методы теоретического и экспериментального исследования.	Знать: – уверенно оперирует основными понятиями математического анализа моделирования, теоретического и экспериментального исследований. Уметь: – уверенно применять методы математического анализа и моделирования для описания и анализа технических систем и устройств, а также для решения инженерных задач в профессиональной деятельности; – уверенно применять методы теоретического и экспериментального исследований. Владеть:	Знать: – свободно оперирует основными понятиями математического анализа моделирования, теоретического и экспериментального исследований. Уметь: – свободно применять методы математического анализа и моделирования для описания и анализа технических систем и устройств, а также для решения инженерных задач в профессиональной деятельности; – свободно применять методы теоретического и экспериментального исследований. Владеть:

	ного исследований. Владеть: – частично современными математическими методами исследования, методами теоретического и экспериментального исследования, которые могут применяться для решения инженерных задач в профессиональной деятельности.	– уверенно владеть новейшими математическими методами исследования, методами теоретического и экспериментального исследования, которые могут применяться для решения инженерных задач в профессиональной деятельности.	– свободно владеть новейшими математическими методами исследования, которые могут применяться в области его деятельности, навыками работы с прикладных пакетами программ при работе на компьютере; – математическими методами и вычислительными средствами при решении профессиональных задач; – культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации.
ОПК-10 (ОПК-10.1)	Знать: – поверхностно основные проблемы в области эксплуатации объектов транспорта; – частично основные источники информации в данной области знаний. Уметь: – частично выбирать методы и алгоритмы для решения научно-технических задач в профессиональной деятельности. Владеть: – поверхностно навыками применения методов математического моделирования для решения задач в профессиональной деятельности.	Знать: – основные проблемы в области эксплуатации объектов транспорта; – частично основные источники информации в данной области знаний. Уметь: – выбирать методы и алгоритмы для решения научно-технических задач в профессиональной деятельности. Владеть: – навыками применения методов математического моделирования для решения задач в профессиональной деятельности.	Знать: – глубоко основные проблемы в области эксплуатации объектов транспорта; – частично основные источники информации в данной области знаний. Уметь: – эффективно выбирать методы и алгоритмы для решения научно-технических задач в профессиональной деятельности. Владеть: – свободно навыками применения методов математического моделирования для решения задач в профессиональной деятельности.
ОПК-10 (ОПК-10.2)	Знать: – частично основные методики и технологии использования информационно-	Знать: – основные методики и технологии использования информационно-поисковых си-	Знать: – уверенно основные методики и технологии использования информационно-

поисковых систем; – поверхностно основные понятия математического моделирования транспортных объектов. Уметь: – частично использовать информационные для приобретения новых необходимых знаний при решении профессиональных задач; – поверхностно пользоваться методами математического моделирования транспортных объектов. Владеть: – поверхностно методами использования информационных технологий для систематизации информационных ресурсов; – поверхностно методами математического моделирования для решения профессиональных задач.	стем; – основные понятия математического моделирования транспортных объектов. Уметь: – использовать информационные для приобретения новых необходимых знаний при решении профессиональных задач; – пользоваться методами математического моделирования транспортных объектов. Владеть: – методами использования информационных технологий для систематизации информационных ресурсов; – методами математического моделирования для решения профессиональных задач.	поисковых систем, основные понятия математического моделирования транспортных объектов. Уметь: – эффективно использовать информационные для приобретения новых необходимых знаний при решении профессиональных задач; – свободно пользоваться методами математического моделирования транспортных объектов. Владеть: – эффективно методами использования информационных технологий для систематизации информационных ресурсов; – свободно методами математического моделирования для решения профессиональных задач.
--	---	---

2.3. Шкалы оценивания формирования индикаторов достижения компетенций

а) Шкала оценивания экзамена

Шкала оценивания	Критерии оценивания
оценка «отлично»	Все индикаторы достижений компетенции сформированы на высоком уровне и студент отвечает на все дополнительные вопросы. Теоретическое содержание дисциплины освоено полностью, без пробелов. Студент демонстрирует полное соответствие знаний, умений и навыков показателям и критериям оценивания индикаторов достижения компетенции на формируемом дисциплиной уровне. Оперирует приобретенными знаниями, умениями и навыками, в том числе в ситуациях повышенной сложности. Отвечает на все вопросы билета без наводящих вопросов со стороны преподава-

	теля. Не испытывает затруднений при ответе на дополнительные вопросы.
оценка «хорошо»	- Один индикатор достижения компетенции сформирован на высоком уровне, а другие индикаторы достижений компетенций сформированы на среднем уровне; - все индикаторы достижений компетенции сформированы на среднем уровне, но студент аргументированно отвечает на все дополнительные вопросы; - один индикатор достижений компетенции сформирован на среднем уровне, а другие на базовом уровне, но студент уверенно отвечает на все дополнительные вопросы. Теоретическое содержание дисциплины освоено полностью, без пробелов. Студент демонстрирует полное соответствие знаний, умений и навыков показателям и критериям оценивания индикаторов достижения компетенции на формируемом дисциплиной уровне. Оперирует приобретенными знаниями, умениями и навыками; его ответ представляет грамотное изложение учебного материала по существу; отсутствуют существенные неточности в формулировании понятий; правильно применены теоретические положения, подтвержденные примерами. На два теоретических вопроса студент дал полные ответы, на третий - при наводящих вопросах преподавателя. При ответе на дополнительные вопросы допускает неточности.
оценка «удовлетворительно»	- Все индикаторы достижений компетенции сформированы на базовом уровне; - один индикатор достижения компетенции сформирован на базовом уровне, другие на среднем уровне, но студент затрудняется ответить на дополнительные вопросы. Теоретическое содержание дисциплины освоено частично, но проблемы не носят принципиального характера. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений и навыков показателям и критериям оценивания индикаторов достижения компетенции на формируемом дисциплиной уровне: допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний по ряду вопросов. Затрудняется отвечать на дополнительные вопросы.
оценка «неудовлетворительно»	Индикаторы достижений компетенций сформированы на уровне ниже базового и студент затрудняется ответить на дополнительные вопросы. Теоретическое содержание дисциплины освоено частично. Студент демонстрирует явную недостаточность или полное отсутствие знаний, умений и навыков на заданном уровне сформированности индикаторов достижения компетенции.

б) Шкала оценивания зачета

Шкала оценивания	Критерии оценивания
Зачтено	Все индикаторы достижений компетенции сформированы на уровне не ниже базового и студент отвечает на дополнительные вопросы. - прочно усвоил предусмотренной программой материал; - правильно, аргументировано ответил на все вопросы. - показал глубокие систематизированные знания, владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников: теорию связывает с практикой, другими темами данного курса, других изучаемых предметов - без ошибок выполнил практическое задание.
Незачтено	Все индикаторы достижений компетенции сформированы на уровне ниже базового и студент затрудняется ответить на дополнительные вопросы. Выставляется студенту, который не справился с 50% вопросов и заданий билета, в ответах на другие вопросы допустил существенные ошибки. Не может ответить на дополнительные вопросы, предложенные преподавателем.

в) Шкала оценивания расчетно-графической работы

Шкала оценивания	Критерии оценивания
Зачтено	Все индикаторы достижений компетенции сформированы на уровне не ниже базового. Все расчеты выполнены верно и имеют необходимые пояснения.
Незачтено	Все индикаторы достижений компетенции сформированы на уровне ниже базового. В расчетах допущены ошибки, необходимые пояснения отсутствуют.

3. Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

Код компетенции, индикатор	Этапы формирования компетенции, индикаторов	Типовые задания (оценочные средства)
ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.5, ОПК-1.8), ОПК-10 (ОПК-10.1, ОПК-10.2)	Этап 1. Формирование теоретической базы знаний	- дискуссия: вопросы для обсуждения (методические рекомендации для проведения лабораторных занятий)
	Этап 2. Формирование умений (решение задачи по образцу)	-выполнение заданий на лабораторных работах
	Этап 3. Формирование навыков практического использования знаний и умений	- расчетно-графическая работа: перечень заданий по вариантам (методические рекомендации)
	Этап 4. Проверка усвоенно-	- вопросы к экзамену, зачету (при-

	го материала	ложение 1)
--	--------------	------------

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков

Зачет

Зачет проводится в заданный срок, согласно графику учебного процесса. Зачет проходит в форме собеседования по билетам, в которые включаются теоретические вопросы и задача. При выставлении оценок учитывается уровень приобретенных компетенций студента. Аудиторное время, отведенное студенту, на подготовку – 30 мин.

Экзамен

Проводится в заданный срок, согласно графику учебного процесса. Экзамен проходит в форме собеседования по билетам, в которые включаются теоретические вопросы. При выставлении оценок учитывается уровень приобретенных компетенций студента. Аудиторное время, отведенное студенту, на подготовку – 30 мин.

Дискуссия

При проведении дискуссии студентам для обсуждения предлагаются вопросы по теме, отведенной на практическое или лабораторное занятие (согласно рабочей программе учебной дисциплины). При ответе на вопрос студент должен раскрыть тему, указать размерности используемых физических величин и их смысл.

Лабораторные работы

Лабораторные работы – метод репродуктивного обучения, направленный на углубление и закрепление знаний, практических навыков, овладение современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой специалиста, состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Расчетно-графическая работа

Расчетно-графическая работа – это самостоятельная письменная работа студента, которая должна показать не только его владение теоретическим материалом, но и продемонстрировать практические умения проводить расчеты.

2 курс 4 семестр

Тематика расчетно-графической работы:

Приближенное решение уравнений и систем уравнений. Интерполирование функций. Численное дифференцирование и интегрирование. Численное решение дифференциальных уравнений.

2 курс 3 семестр
Вопросы для зачета

Вопросы для проверки уровня обученности «ЗНАТЬ»

1. Понятие модели, свойства модели.
2. Классификация моделей.
3. Математическая модель.
4. Основные этапы математического моделирования.
5. Математическая модель транспортной задачи.
6. Случайные процессы и их классификация.
7. Математическая модель задачи о назначениях.
8. Предмет, задача и основные понятия математического программирования.
9. Классификация задач математического программирования.
10. Численный метод как основной инструмент для решения сложных математических задач.
11. Базисные (основные) и свободные (неосновные) неизвестные системы линейных уравнений
12. Базисные решения системы. Число базисных решений.
13. Допустимые базисные решения. Их роль в решении задач линейного программирования.
14. Задача линейного программирования и ее общая форма.
15. Приведение задачи линейного программирования к канонической форме.
16. Геометрическая интерпретация задачи линейного программирования.
17. Возможные множества решений задачи линейного программирования.
18. Общая характеристика симплексного метода.
19. Заполнение начальной симплекс – таблицы.
20. Критерий оптимальности плана задачи линейного программирования.
21. Метод построения нового плана в рамках симплекс – метода.
22. Понятие вспомогательной задачи.
23. Теория двойственности. Виды математических моделей двойственных задач.
24. Правила составления двойственных задач. Первая и вторая теоремы двойственности.
25. Модель транспортной задачи в форме таблицы.
26. Балансировка транспортной задачи.

27. Метод северо-западного угла.
28. Общая характеристика метода потенциалов.
29. Проверка плана транспортной задачи на оптимальность.
30. Алгоритм построения нового плана в методе потенциалов.

Вопросы для проверки уровня обученности «УМЕТЬ»

1. Составление математической модели линейного программирования в общем виде.
2. Определение целевой функции и системы ограничений задачи линейного программирования.
3. Разделение неизвестных системы линейных уравнений на базисные (основные) и свободные (неосновные).
4. Нахождение базисных решений системы.
5. Построение области решений.
6. Выбор допустимых базисных решений системы.
7. Построение линий уровня и нормалей к ним.
8. Исследование поведения целевой функции на области допустимых решений при помощи линий уровня.
9. Сведение задачи линейного программирования к каноническому виду.
10. Применение графического метода решения задач линейного программирования.
11. Решение задач линейного программирования с двумя переменными.
12. Решение задач линейного программирования с n переменными.
13. Построение многоугольников и многогранников решений задачи линейного программирования.
14. Нахождение экстремума целевой функции.
15. Переход от задачи на нахождение максимума к нахождению минимума и наоборот.
16. Обеспечение неотрицательности переменных.
17. Нахождение опорного решения задачи линейного программирования.
18. Задача об использовании сырья; алгоритм симплексного метода ее решения.
19. Нахождение начального опорного решения и переход к новому опорному решению.
20. Преобразование целевой функции.
21. Улучшение опорного решения.
22. Составление двойственных задач.
23. Анализ чувствительности оптимального решения.
24. Модель транспортной задачи в форме таблицы.
25. Балансировка транспортной задачи.
26. Метод северо-западного угла.

27. Метод минимального тарифа.
28. Общая характеристика метода потенциалов.
29. Проверка плана транспортной задачи на оптимальность.
30. Алгоритм построения нового плана в методе потенциалов.

Вопросы для проверки уровня обученности «ВЛАДЕТЬ»

Студент должен владеть навыками применения математического моделирования систем и процессов, позволяющими решать типовые задачи, представленные в заданиях к лабораторным работам. Примеры задач:

1-10. Имеются три пункта отправления A_1, A_2, A_3 однородного груза и пять пунктов B_1, B_2, B_3, B_4, B_5 его назначения. На пунктах A_1, A_2, A_3 груз находится в количестве a_1, a_2, a_3 тонн соответственно. В пункты B_1, B_2, B_3, B_4, B_5 требуется доставить соответственно b_1, b_2, b_3, b_4, b_5 тонн груза. Расстояния в сотнях километров между пунктами отправления и назначения приведены в матрице D :

Пункты отправления	Пункты назначения				
	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5
A_1	d_{11}	d_{12}	d_{13}	d_{14}	d_{15}
A_2	d_{21}	d_{22}	d_{23}	d_{24}	d_{25}
A_3	d_{31}	d_{32}	d_{33}	d_{34}	d_{35}

Найти такой план перевозок, при котором общие затраты на перевозку грузов будут минимальными.

Указания: 1) считать стоимость перевозок пропорциональной количеству груза и расстоянию, на которое груз перевозился, т.е. для решения задачи достаточно минимизировать общий объем плана, выраженный в тонно-километрах; 2) для решения задачи использовать метод северо-западного угла и потенциалов.

1. $a_1 = 50; a_2 = 70; a_3 = 110;$

$$b_1 = 50; b_2 = 50; b_3 = 50; b_4 = 50; b_5 = 30; \quad D = \begin{pmatrix} 4 & 1 & 2 & 4 & 5 \\ 6 & 4 & 5 & 9 & 5 \\ 3 & 1 & 6 & 5 & 9 \end{pmatrix};$$

2. $a_1 = 90; a_2 = 70; a_3 = 110;$

$$b_1 = 70; b_2 = 20; b_3 = 70; b_4 = 40; b_5 = 70; \quad D = \begin{pmatrix} 7 & 4 & 9 & 8 & 2 \\ 6 & 8 & 5 & 8 & 5 \\ 9 & 2 & 9 & 7 & 4 \end{pmatrix};$$

3. $a_1 = 60; a_2 = 40; a_3 = 80;$

$$b_1 = 10; b_2 = 50; b_3 = 60; b_4 = 50; b_5 = 10; \quad D = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 3 & 1 & 3 \\ 3 & 1 & 9 & 8 & 4 \\ 3 & 6 & 5 & 1 & 9 \end{pmatrix};$$

4. $a_1 = 80; a_2 = 60; a_3 = 100;$

$$b_1 = 40; b_2 = 60; b_3 = 40; b_4 = 50; b_5 = 50; \quad D = \begin{pmatrix} 6 & 4 & 3 & 4 & 2 \\ 3 & 6 & 4 & 9 & 2 \\ 3 & 1 & 2 & 2 & 6 \end{pmatrix};$$

5. $a_1 = 50; a_2 = 30; a_3 = 70;$

$$b_1 = 20; b_2 = 30; b_3 = 50; b_4 = 30; b_5 = 20; \quad D = \begin{pmatrix} 9 & 5 & 1 & 1 & 9 \\ 7 & 1 & 4 & 9 & 4 \\ 5 & 3 & 4 & 9 & 9 \end{pmatrix};$$

6. $a_1 = 70; a_2 = 50; a_3 = 10;$

$$b_1 = 60; b_2 = 10; b_3 = 30; b_4 = 70; b_5 = 50; \quad D = \begin{pmatrix} 3 & 7 & 3 & 8 & 8 \\ 2 & 3 & 1 & 8 & 6 \\ 6 & 3 & 8 & 6 & 1 \end{pmatrix};$$

7. $a_1 = 70; a_2 = 50; a_3 = 90;$

$$b_1 = 10; b_2 = 40; b_3 = 70; b_4 = 20; b_5 = 70; \quad D = \begin{pmatrix} 8 & 4 & 5 & 1 & 3 \\ 3 & 3 & 8 & 5 & 7 \\ 8 & 1 & 9 & 3 & 2 \end{pmatrix};$$

8. $a_1 = 90; a_2 = 70; a_3 = 110;$

$$b_1 = 10; b_2 = 60; b_3 = 50; b_4 = 40; b_5 = 70; \quad D = \begin{pmatrix} 9 & 1 & 1 & 5 & 6 \\ 6 & 4 & 6 & 8 & 5 \\ 2 & 9 & 3 & 5 & 3 \end{pmatrix};$$

9. $a_1 = 60; a_2 = 40; a_3 = 80;$

$$b_1 = 50; b_2 = 20; b_3 = 30; b_4 = 40; b_5 = 40; \quad D = \begin{pmatrix} 9 & 8 & 3 & 5 & 2 \\ 7 & 7 & 8 & 5 & 6 \\ 4 & 2 & 8 & 8 & 8 \end{pmatrix};$$

10. $a_1 = 70; a_2 = 50; a_3 = 90;$

$$b_1 = 60; b_2 = 10; b_3 = 10; b_4 = 60; b_5 = 70; \quad D = \begin{pmatrix} 7 & 1 & 7 & 4 & 9 \\ 4 & 1 & 1 & 1 & 5 \\ 5 & 6 & 6 & 8 & 2 \end{pmatrix}.$$

11-20. Решить задачи линейного программирования графическим методом.

11. $Z(x) = 2x_1 + x_2 \rightarrow \min,$

12. $Z(x) = x_1 - 3x_2 \rightarrow \min,$

$$\begin{cases} x_1 + x_2 \leq 12, \\ 2x_1 - x_2 \leq 12, \\ 2x_1 - x_2 \geq 0, \\ 2x_1 + x_2 \geq 4. \end{cases}$$

$$x_2 \geq 0$$

13. $Z(x) = -x_1 + 4x_2 \rightarrow \min,$

$$\begin{cases} 2x_1 + 3x_2 \leq 24, \\ -8x_1 + 3x_2 \leq 24, \\ 2x_1 - 3x_2 \leq 12, \\ 4x_1 + 3x_2 \geq 12. \end{cases}$$

15. $Z(x) = x_1 + 2x_2 \rightarrow \max,$

$$\begin{cases} x_2 \leq 6, \\ -3x_1 + x_2 \leq 12, \\ x_1 + x_2 \geq 0, \\ x_1 - x_2 \leq 0, \\ x_1 + 2x_2 \leq 12. \end{cases}$$

17. $Z(x) = 3x_1 + 5x_2 \rightarrow \min,$

$$\begin{cases} x_1 + x_2 \geq 0, \\ 3x_1 + x_2 \leq 3, \\ 5x_1 + 4x_2 \geq 20, \\ x_1 - x_2 \geq 0. \end{cases}$$

19. $Z(x) = x_1 + 3x_2 \rightarrow \max,$

$$\begin{cases} -2x_1 + x_2 \leq 2, \\ -x_1 + 2x_2 \leq 7, \\ x_1 + 3x_2 \leq 18, \\ 4x_1 - 3x_2 \leq 12. \end{cases}$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0.$$

$$\begin{cases} -x_1 + x_2 \leq 6, \\ -2x_1 + x_2 \leq 6, \\ x_1 + 3x_2 \geq -3, \\ x_1 - 2x_2 \leq 2. \end{cases}$$

14. $Z(x) = 4x_1 - 3x_2 \rightarrow \max,$

$$\begin{cases} -x_1 + x_2 \leq 5, \\ 5x_1 - 2x_2 \leq 20, \\ 8x_1 - 3x_2 \geq 0, \\ 5x_1 - 6x_2 \leq 0. \end{cases}$$

16. $Z(x) = 3x_1 + x_2 \rightarrow \max,$

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

18. $Z(x) = 2x_1 + 5x_2 \rightarrow \min,$

$$\begin{cases} 2x_1 - x_2 \geq 0, \\ 2x_1 + x_2 \leq 16, \\ -2x_1 + 5x_2 \geq 3, \\ -x_1 + 2x_2 \leq 2. \end{cases}$$

20. $Z(x) = x_1 + 4x_2 \rightarrow \max,$

$$\begin{cases} -4x_1 + x_2 \leq 4, \\ -x_1 + x_2 \leq 5, \\ -x_1 + 2x_2 \leq 2, \\ 3x_1 + 4x_2 \geq 12. \end{cases}$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0.$$

21-30. Решить симплексным методом следующие задачи.

21. $Z(x) = x_1 + 2x_2 + x_3 \rightarrow \max,$

$$\begin{cases} -2x_1 + x_2 + x_3 \leq 2, \\ -x_1 + x_2 + 3x_3 \leq 3, \\ x_1 - 3x_2 + x_3 \leq 1, \end{cases}$$

$$x_j \geq 0, j = 1, 2, 3.$$

23. $Z(x) = -3x_1 - 2x_2 - 2x_3 \rightarrow \min,$

22. $Z(x) = 2x_1 + 3x_2 + 2x_3 \rightarrow \max,$

$$\begin{cases} -3x_1 + x_2 + x_3 \leq 1, \\ -x_1 + 2x_2 + 2x_3 \leq 7, \\ x_1 - 3x_2 + x_3 \leq 1, \end{cases}$$

$$x_j \geq 0, j = 1, 2, 3.$$

24. $Z(x) = -x_1 + x_2 - 3x_3 \rightarrow \min,$

$$\begin{cases} x_1 + x_3 \leq 4, \\ 2x_1 + x_2 + 2x_3 \leq 6, \\ 2x_1 - x_2 + 2x_3 \leq 2, \\ x_j \geq 0, j = 1, 2, 3. \end{cases}$$

$$25. Z(x) = 2x_1 - 3x_2 + 5x_3 \rightarrow \max,$$

$$\begin{cases} -x_1 + 2x_2 + 3x_3 \leq 3, \\ -2x_1 + 3x_2 + 4x_3 \geq -4, \\ x_j \geq 0, j = 1, 2, 3. \end{cases}$$

$$27. Z(x) = 3x_1 + 4x_2 + x_3 \rightarrow \max,$$

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 + x_3 \leq 10, \\ 2x_1 + x_2 + 2x_3 \leq 6, \\ 3x_1 + x_2 + 2x_3 \leq 12, \\ x_j \geq 0, j = 1, 2, 3. \end{cases}$$

$$29. Z(x) = 6x_1 + 12x_2 + 3x_3 \rightarrow \max,$$

$$\begin{cases} -2x_1 + 3x_2 + x_3 \leq 12, \\ x_1 + 2x_2 + 2x_3 \leq 15, \\ 2x_1 - x_2 - 3x_3 \leq 10, \\ x_j \geq 0, j = 1, 2, 3. \end{cases}$$

$$\begin{cases} -x_1 + 2x_2 + x_3 \leq 2, \\ x_1 + 3x_2 + x_3 \leq 6, \\ x_1 + x_2 - x_3 \leq 2, \\ x_j \geq 0, j = 1, 2, 3. \end{cases}$$

$$26. Z(x) = -4x_1 - 2x_2 + x_3 \rightarrow \min,$$

$$\begin{cases} 3x_1 - 2x_2 + 4x_3 \leq 6, \\ 2x_1 + x_2 + 3x_3 \leq 18, \\ x_j \geq 0, j = 1, 2, 3. \end{cases}$$

$$28. Z(x) = 2x_1 + 3x_2 + x_3 \rightarrow \max,$$

$$\begin{cases} x_1 + 3x_2 + 5x_3 \leq 15, \\ x_1 + x_2 + x_3 \leq 7, \\ 2x_1 + x_2 + 4x_3 \leq 12, \\ x_j \geq 0, j = 1, 2, 3. \end{cases}$$

$$30. Z(x) = x_1 + x_2 + x_3 \rightarrow \max,$$

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 \leq 7, \\ 2x_1 + x_2 + 3x_3 \leq 9, \\ 3x_1 + x_2 + 4x_3 \leq 12, \\ x_j \geq 0, j = 1, 2, 3. \end{cases}$$

2 курс 4 семестр

Вопросы к экзамену

Вопросы для проверки уровня обученности «ЗНАТЬ»

1. Суть этапа отделения корней при применении численных методов решения уравнений.

2. Свойства функций, использующиеся при нахождении промежутков изоляции корня.

3. Общие понятия, использующиеся при оценке приближенных значений корня.

4. Цели применения метода половинного деления.

5. Достаточные условия сходимости метода хорд. Неподвижный конец промежутка изоляции в методе хорд.

6. Достаточные условия сходимости метода Ньютона. Выбор начального приближения в методе Ньютона.

7. Суть комбинированного метода.

8. Критерии достижения заданной точности при решении уравнений методами хорд и Ньютона.

9. Достаточные условия сходимости метода простой итерации.
10. Критерий достижения заданной точности при решении уравнений методом простой итерации.
11. Обобщение метода простой итерации на решение уравнений в метрическом пространстве. Принцип сжимающих отображений.
12. Достаточные условия сходимости итерационного процесса в случае систем линейных уравнений.
13. Задача интерполирования функции.
14. Обоснование существования и единственности интерполяционного многочлена. Связь степени интерполяционного многочлена с количеством узлов интерполяции.
15. Особенности интерполяционных многочленов Лагранжа и Ньютона.
16. Различия первой и второй интерполяционных формул Ньютона.
17. Оценка погрешности интерполяционных формул при аналитическом задании интерполируемой функции.
18. Оценка погрешности интерполяционных формул при табличном задании интерполируемой функции.
19. Задача интегрирования, существование решения в квадратурах.
20. Формула трапеций, оценка степени и погрешности, геометрическая интерпретация.
21. Формула парабол, оценка степени и погрешности, геометрическая интерпретация.
22. Составные квадратурные формулы, их актуальность, выбор шага по заданной точности интегрирования.
23. Общая формула трапеций, оценка погрешности в формуле трапеций.
24. Метод Рунге повышения точности расчета.
25. Постановка задачи численного дифференцирования, связь интерполяционной и разностной производных.
26. Дифференцирование на основе полиномов $L_2(x)$. Оценка погрешности численного дифференцирования.
27. Условия существования и единственности решения задачи Коши.
28. Группа методов, содержащая метод последовательных приближений решения задачи Коши.
29. Формулировка задачи численного интегрирования дифференциального уравнения.
30. Оценка точности при численном интегрировании дифференциальных уравнений методом Эйлера и Рунге-Кутты.

Вопросы для проверки уровня обученности «УМЕТЬ»

1. Отделения корней функции (уравнения) с помощью численных методов.
2. Нахождение промежутков изоляции корня.

3. Применение метода половинного деления.
4. Проверка достаточных условий сходимости метода хорд.
5. Определение неподвижного конца промежутка изоляции в методе хорд.
6. Проверка достаточных условий сходимости метода Ньютона.
7. Выбор начального приближения в методе Ньютона.
8. Применение комбинированного метода.
9. Проверка достижения заданной точности при решении уравнений методами хорд и Ньютона.
10. Проверка достаточных условий сходимости метода простой итерации.
11. Проверка достижения заданной точности при решении уравнений методом простой итерации.
12. Применение обобщенного метода простой итерации.
13. Построение итерационной последовательности для нахождения решения системы линейных уравнений.
14. Проверка достаточных условий сходимости итерационного процесса в случае систем линейных уравнений.
15. Решение задачи интерполирования функции.
16. Построение интерполяционных многочленов Лагранжа и Ньютона.
17. Вычисление погрешности интерполяционных формул при аналитическом задании интерполируемой функции.
18. Вычисление погрешности интерполяционных формул при табличном задании интерполируемой функции.
19. Применение метода интерполирования для уточнения таблиц функций.
20. Применение формулы трапеций для вычисления интегралов.
21. Определение оценки степени и погрешности вычисления интегралов с помощью формулы трапеций.
22. Применение формулы парабол для вычисления интегралов.
23. Определение оценки степени и погрешности вычисления интегралов с помощью формулы парабол.
24. Применение общей формулы трапеций.
25. Дифференцирование на основе полиномов $L_2(x)$.
26. Вычисление оценки погрешности численного дифференцирования.
27. Решение задачи численного дифференцирования.
28. Проверка условий существования и единственности решения задачи Коши.
29. Решение задачи численного интегрирования дифференциального уравнения.
30. Определение точности при численном интегрировании дифференциальных уравнений методом Эйлера и Рунге-Кутты.

Вопросы для проверки уровня обученности «ВЛАДЕТЬ»

Студент должен владеть навыками применения математического моделирования систем и процессов, позволяющими решать типовые задачи, представленные в расчетно-графической работе. Примеры задач:

1. Дано нелинейное уравнение с одной неизвестной $f(x) = x^4 + 2x^3 - x - 1 = 0$. Построить график функции $y=f(x)$ и отделить корни уравнения, найдя для них промежутки изоляции. В случае нескольких корней, выберите один из корней.

2. Решить с точностью до $\varepsilon=10^{-4}$ нелинейное уравнение с одной неизвестной $f(x) = x^4 + 2x^3 - x - 1 = 0$, используя метод простой итерации.

3. Решить с точностью до $\varepsilon=10^{-4}$ нелинейное уравнение с одной неизвестной $f(x) = x^4 + 2x^3 - x - 1 = 0$, используя метод хорд.

4. Решить с точностью до $\varepsilon=10^{-4}$ нелинейное уравнение с одной неизвестной $f(x) = x^4 + 2x^3 - x - 1 = 0$, используя метод Ньютона.

5. Решить с точностью до $\varepsilon=10^{-4}$ нелинейное уравнение с одной неизвестной $f(x) = x^4 + 2x^3 - x - 1 = 0$, используя комбинированный метод.

6. Решить систему линейных уравнений, используя метод итераций с точностью $\varepsilon=10^{-4}$:

$$\begin{cases} 6x_1 + 92x_2 + 3x_3 = -82 \\ 99x_1 + x_2 + 7x_3 = 66 \\ 101x_1 + 2x_2 + 99x_3 = -98 \end{cases}$$

7. Решить систему линейных уравнений, используя метод Зейделя с точностью $\varepsilon=10^{-4}$

$$\begin{cases} 6x_1 + 92x_2 + 3x_3 = -82 \\ 99x_1 + x_2 + 7x_3 = 66 \\ 101x_1 + 2x_2 + 99x_3 = -98 \end{cases}$$

8. Дана таблица значений функции. Составить интерполяционный многочлен Лагранжа. Построить его график, отметив на нем точки $M_i(x_i; y_i)$:

x_i	1	2	5
y_i	2	1	3

9. Дана таблица значений функции.

x_i	2,51	3,80	4,93	6,01	7,50
y_i	0,9203	1,3350	1,5953	1,7934	2,0149

По таблице значений функции вычислить значение этой функции в точке $x = 3,91$ с помощью интерполяционного многочлена Лагранжа. Оценить погрешность интерполяции, учитывая, что аналитическое выражение формулы имеет вид: $f(x) = \ln(x)$.

10. Уплотнить часть $[1,6;1,7]$ таблицы заданной функции с шагом

$H=0,02$, пользуясь интерполяционными формулами Ньютона.

x_i	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2
y_i	4,9530	5,4739	6,0496	6,6859	7,3891	8,1662	9,0250

11. Вычислить значение производной в точке $x = 0,52$ функции, заданной таблично, используя интерполяционную формулу Ньютона. Найти значение производной, если ее аналитическое выражение $f(x) = sh(x)$ и вычислить абсолютную погрешность.

x_i	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75
y_i	0,4653	0,5211	0,5782	0,6367	0,6967	0,7586	0,8223

12. Вычислить интеграл от функции $f(x) = \frac{1}{1+x^2}$ на отрезке $[0;1,2]$ по формуле трапеций при делении отрезка на $n = 6$ равных частей. Оценить погрешность метода интегрирования.

13. Вычислить интеграл от функции $f(x) = \frac{1}{1+x^2}$ на отрезке $[0;1,2]$ по формуле Симпсона при делении отрезка на $n = 6$ равных частей. Оценить погрешность метода интегрирования.

14. Найти три итерации по методу последовательных приближений решения задачи Коши: $\begin{cases} y' = xy - x^2 \\ y(0,1) = 1 \end{cases}$. Оценить погрешность $y_3(x)$ в прямоугольнике: $\{|x - 0,1| \leq 0,5; |y - 1| \leq 1,5\}$.

15. Методом Эйлера проинтегрировать задачу Коши: $\begin{cases} y' = \cos y + 3x \\ y(0) = 1,3 \end{cases}$ на отрезке $[0;0,6]$ с шагом $h = 0,1$ и шагом $2h$.

16. Дано нелинейное уравнение с одной неизвестной $f(x) = 0,1x^3 - 0,8x^2 - 1,5 = 0$. Построить график функции $y=f(x)$ и отделить корни уравнения, найдя для них промежутки изоляции. В случае нескольких корней, выберите один из корней.

17. Решить с точностью до $\varepsilon=10^{-4}$ нелинейное уравнение с одной неизвестной $f(x) = 0,1x^3 - 0,8x^2 - 1,5 = 0$, используя метод простой итерации.

18. Решить с точностью до $\varepsilon=10^{-4}$ нелинейное уравнение с одной неизвестной $f(x) = 0,1x^3 - 0,8x^2 - 1,5 = 0$, используя метод хорд.

19. Решить с точностью до $\varepsilon=10^{-4}$ нелинейное уравнение с одной неизвестной $f(x) = 0,1x^3 - 0,8x^2 - 1,5 = 0$, используя метод Ньютона.

20. Решить с точностью до $\varepsilon=10^{-4}$ нелинейное уравнение с одной неизвестной $f(x) = 0,1x^3 - 0,8x^2 - 1,5 = 0$, используя комбинированный метод.

21. Решить систему линейных уравнений, используя метод итераций с точностью $\varepsilon=10^{-4}$:

$$\begin{cases} 0,21x_1 - 0,45x_2 - 0,20x_3 = 1,91 \\ 0,30x_1 + 0,25x_2 + 0,43x_3 = 0,32 \\ 0,60x_1 - 0,35x_2 - 0,25x_3 = 1,83 \end{cases}$$

22. Решить систему линейных уравнений, используя метод Зейделя с точностью $\varepsilon=10^{-4}$

$$\begin{cases} 0,21x_1 - 0,45x_2 - 0,20x_3 = 1,91 \\ 0,30x_1 + 0,25x_2 + 0,43x_3 = 0,32 \\ 0,60x_1 - 0,35x_2 - 0,25x_3 = 1,83 \end{cases}$$

23. Дана таблица значений функции. Составить интерполяционный многочлен Лагранжа. Построить его график, отметив на нем точки $M_i(x_i; y_i)$:

x_i	-1	0	3
y_i	-3	5	2

24. Дана таблица значений функции.

x_i	1,3	2,1	3,7	4,5	6,1	7,7	8,5
y_i	1,7777	4,5634	13,8436	20,3952	37,3387	59,4051	72,3593

По таблице значений функции вычислить значение этой функции в точке $x = 3,8$ с помощью интерполяционного многочлена Лагранжа. Оценить погрешность интерполяции, учитывая, что аналитическое выражение формулы имеет вид: $f(x) = \frac{1}{x} \lg(x) + x^2$.

25. Уплотнить часть $[1,7; 1,8]$ таблицы заданной функции с шагом $H=0,02$, пользуясь интерполяционными формулами Ньютона.

x_i	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2
y_i	4,9530	5,4739	6,0496	6,6859	7,3891	8,1662	9,0250

26. Вычислить значение производной в точке $x = 0,63$ функции, заданной таблично, используя интерполяционную формулу Ньютона. Найти значение производной, если ее аналитическое выражение $f(x) = sh(x)$ и вычислить абсолютную погрешность.

x_i	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75
y_i	0,4653	0,5211	0,5782	0,6367	0,6967	0,7586	0,8223

27. Вычислить интеграл от функции $f(x) = 3x + \ln x$ на отрезке $[1; 2,2]$ по формуле трапеций при делении отрезка на $n = 6$ равных частей. Оценить погрешность метода интегрирования.

28. Вычислить интеграл от функции $f(x) = 3x + \ln x$ на отрезке $[1; 2,2]$ по формуле Симпсона при делении отрезка на $n = 6$ равных частей. Оценить погрешность метода интегрирования.

29. Найти три итерации по методу последовательных приближений решения задачи Коши: $\begin{cases} y' = 4x - 3y^2 \\ y(3) = 0,8 \end{cases}$. Оценить погрешность $y_3(x)$ в прямоугольнике: $\{|x - 3| \leq 3,5; |y - 0,8| \leq 2\}$.

30. Методом Эйлера проинтегрировать задачу Коши: $\begin{cases} y' = \cos(y + 0,6) + 2,5x \\ y(1) = 1,5 \end{cases}$ на отрезке $[3; 4,2]$ с шагом $h = 0,2$ и шагом $2h$.