

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Маланичева Наталья Николаевна
Должность: директор филиала
Дата подписания: 22.12.2022 10:52:16
Уникальный программный ключ:
94732c3d953a82d495dcc3155d5c573883fedd18

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ КОМПЬЮТЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ
(СамГУПС)**

Филиал СамГУПС в г. Нижнем Новгороде

РАССМОТРЕЛА
на заседании Ученого совета филиала
СамГУПС в г. Нижнем Новгороде
протокол от 28 июня 2022 г. № 1

УТВЕРЖДАЮ:
Директор филиала
 **Н.Н. Маланичева**
05 июля 2022 г.



**Компьютерное моделирование
в среде конечно-элементного анализа
рабочая программа дисциплины**

**Специальность 23.05.06 Строительство железных дорог,
мостов и транспортных тоннелей**

**Специализация: Управление техническим состоянием
железнодорожного пути**

Форма обучения: заочная

Нижний Новгород 2022

Программу составил: Новиков С.П.

Рабочая программа разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по специальности 23.05.06 Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей, специализация «Управление техническим состоянием железнодорожного пути» утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от «27» марта 2018 г. № 218.

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

Протокол от «21» мая 2022 г. № 9

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

Целью дисциплины «Компьютерное моделирование в среде конечно-элементного анализа» является формирование у обучающегося компетенций в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта.

Для достижения цели поставлены следующие задачи:

- подготовка обучающихся к успешной аттестации планируемых результатов освоения дисциплины;

- подготовка обучающихся к защите выпускной квалификационной работы;

- развитие социально-воспитательного компонента учебного процесса.

Дисциплина «Компьютерное моделирование в среде конечно-элементного анализа» относится к числу фундаментальных инженерных дисциплин.

1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Индикатор	Результаты освоения учебной дисциплины
ПК-2. Способен производить анализ, проектирование и расчет элементов железнодорожного пути и земляного полотна	
ПК-2.1. Выполняет анализ, проектирование и расчет элементов железнодорожного пути в соответствии с требованиями нормативно-технической документации	Знать: - методы проектирования и расчета конструкций железнодорожного пути и его сооружений на прочность и устойчивость; - особенности расчетов и проектирования элементов верхнего строения железнодорожного пути для различных условий эксплуатации; - нормативы и требования по реконструкции железнодорожной инфраструктуры
	Уметь: - применять методы проектирования и расчета конструкций железнодорожного пути и его сооружений на прочность и устойчивость; - выполнять статические и динамические расчеты конструкций пути и искусственных сооружений с учетом изменения эксплуатационных параметров; - проводить анализ надежности работы элементов и конструкции железнодорожного пути в целом
	Владеть: - умением применять методы проектирования и расчета конструкций железнодорожного пути и его сооружений на прочность и устойчивость; - современными методами расчета и проектирования элементов железнодорожного пути на прочность и устойчивость; - умением проводить анализ надежности работы элементов и конструкции железнодорожного пути в целом
ПК-6. Способен проводить научные исследования для решения задач в сфере объектов транспортной инфраструктуры	
ПК-6.1. Анализирует и применяет	Знать: - задачи научных исследований конструкций железнодорожного пути;

результаты научных исследований для совершенствования конструкций элементов железнодорожного пути.	- методы научных исследований по усовершенствованию конструкций железнодорожного пути и элементов инфраструктуры; - современные средства измерительной и вычислительной техники
	Уметь: - определять задачи научных исследований конструкций железнодорожного пути; - применять методы научных исследований в целях усовершенствования конструкций железнодорожного пути и элементов инфраструктуры; - выполнять научные исследования с применением современных средств измерительной и вычислительной техники
	Владеть: - способностью определять задачи научных исследований конструкций железнодорожного пути; - способностью применять методы научных исследований в целях усовершенствования конструкций железнодорожного пути и элементов инфраструктуры; - способностью выполнять научные исследования с применением современных средств измерительной и вычислительной техники
ПК-6.2. Выполняет работы по моделированию объектов и процессов с использованием современного программного обеспечения	Знать: - методы компьютерного моделирования в среде конечно-элементного анализа; - методы проектирования и расчета конструкций железнодорожного пути и его сооружений на прочность и устойчивость; - особенности расчетов и проектирования элементов верхнего строения железнодорожного пути для различных условий эксплуатации
	Уметь: - применять методы компьютерного моделирования в среде конечно-элементного анализа; - применять методы проектирования и расчета конструкций железнодорожного пути и его сооружений на прочность и устойчивость; - выполнять статические и динамические расчеты конструкций пути и искусственных сооружений с учетом изменения эксплуатационных параметров
	Владеть: - умением применять методы проектирования и расчета конструкций железнодорожного пути и его сооружений на прочность и устойчивость; - современными методами расчета и проектирования элементов железнодорожного пути на прочность и устойчивость; - умением проводить анализ надежности работы элементов и конструкции железнодорожного пути в целом

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина «Компьютерное моделирование в среде конечно-элементного анализа» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» и является дисциплиной по выбору.

Код дисциплины	Наименование дисциплины	Коды формируемых компетенций, индикаторов
Осваиваемая дисциплина		

Б1.В.ДВ.03.03	Компьютерное моделирование в среде конечно-элементного анализа	ПК-2 (ПК-2.1), ПК-6 (ПК-6.1, ПК-6.2)
Предшествующие дисциплины		
Б2.О.03(П)	Производственная практика (технологическая (проектно-технологическая) практика)	ПК-2 (ПК-2.1)
Дисциплины, осваиваемые параллельно		
Б1.В.07	Бесстыковой путь	ПК-2 (ПК-2.1)
Б1.В.09	Проектирование и расчет элементов железнодорожного пути	ПК-2 (ПК-2.1)
Б1.В.ДВ.03.01	Высокоскоростное движение	ПК-2 (ПК-2.1), ПК-6 (ПК-6.1, ПК-6.2)
Б1.В.ДВ.03.02	Инновационные технологии в области путевого хозяйства	ПК-2 (ПК-2.1), ПК-6 (ПК-6.1, ПК-6.2)
Б1.В.06	Цифровые технологии в профессиональной деятельности	ПК-6 (ПК-6.2)
Последующие дисциплины		
Б2.О.05(Н)	Производственная практика (научно-исследовательская работа)	ПК-6 (ПК-6.1, ПК-6.2)
Б3.01(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы	ПК-2 (ПК-2.1), ПК-6 (ПК-6.1, ПК-6.2)

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
		5
Общая трудоемкость дисциплины:		
- часов	108	108
- зачетных единиц	3	3
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), часов	12,65	12,65
<i>из нее аудиторные занятия, всего</i>	12,65	12,65
в т.ч. лекции	4	4
практические занятия	8	8
лабораторные работы		
КА	0,4	0,4
КЭ	0,25	0,25
Самостоятельная подготовка к экзаменам в период экзаменационной сессии (контроль)	3,75	3,75
Самостоятельная работа	91,6	91,6
в том числе на выполнение:		
контрольной работы	9	9
расчетно-графической работы		
реферата		
курсовой работы		
курсового проекта		
Виды промежуточного контроля	За	За
Текущий контроль (вид, количество)	К	К

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. Теоретические и экспериментальные исследования

Основы методологии исследования. Ориентация в постановке задачи, применение знаний о современных методах исследования, анализ, синтез и критическое резюмирование информации.

Тема 2. Математическая обработка данных экспериментов и обобщение результатов исследований

Построение эмпирических формул. Планирование эксперимента и наблюдений. Представление результатов исследований. Методические подходы к обобщению результатов исследований.

Тема 3. Моделирование явления-процесса

Сбор исходных данных при проведении изысканий по оценке состояния природных и природно-техногенных объектов. Определение объема и сбор исходных данных для проектирования и расчетного обоснования и мониторинга объектов. Пространственная и временная дискретизация. Расчетные сетки. Физическая аппроксимация процесса. Допуски при решении задач прочности и динамики. Граничные и начальные условия для задач прочности и динамики.

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

Названия разделов и тем	Всего часов по учебному плану	Виды учебных занятий			
		Контактная работа (Аудиторная работа)			СР
		ЛК	ПЗ	ЛБ	
1. Теоретические и экспериментальные исследования	31	1			30
2. Математическая обработка данных экспериментов и обобщение результатов исследований	31	1			30
3. Моделирование явления-процесса	41,6	2	8		31,6
КА	0,4				
КЭ	0,25				
Контроль	3,75				
Всего	108	4	8		91,6

4.3. Тематика практических занятий

Тема практической работы	Количество часов
Метод контрольного объема при моделировании	4
Метод конечных элементов при моделировании	4
Всего	8

4.4. Тематика лабораторных работ

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

4.5. Тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы учебным планом не предусмотрены.

4.6. Тематика контрольных работ

Тема контрольной работы: «Определение зависимости конечного результата от аргументов»

Задание.

1. В рамках предметной области контрольной работы составить массив эмпирических данных для последующей обработки.
2. Выполнить линейный анализ регрессионных кривых и выбрать наилучшую пару.
3. Для лучшей пары провести функциональные преобразования аргумента и выбрать наилучшую аппроксимацию.
4. Для ранее составленного массива эмпирических данных подобрать многоаргументную функцию зависимости конечного результата от аргументов с помощью метода наименьших квадратов.
5. Выполнить анализ полученного результата аппроксимации: оценить качество функции, отсеять статистически незначимые аргументы, выполнить дисперсионный анализ и т.д.
6. Для весомых аргументов провести функциональные преобразования и оценить перспективы улучшения качества аппроксимации.

Контрольная работа носит расчетно-аналитический характер. Задания выбираются по последней цифре шифра и первой букве фамилии студента.

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	Виды работы
1. Теоретические и экспериментальные исследования	30	Выполнение контрольной работы, работа с литературой, подготовка к промежуточной аттестации и текущему контролю знаний
2. Математическая обработка данных экспериментов и обобщение результатов исследований	30	Выполнение контрольной работы, работа с литературой, подготовка к промежуточной аттестации и текущему контролю знаний
3. Моделирование явления-процесса	31,6	Выполнение контрольной работы, работа с литературой, подготовка к промежуточной аттестации и текущему контролю знаний
ИТОГО	91,6	

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

- учебная литература – библиотека филиала;
- методические рекомендации по выполнению контрольной работы;

- методические рекомендации по самостоятельному изучению теоретического материала – сайт филиала.

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

Виды оценочных средств	Количество
Текущий контроль	
Контрольная работа	1
Курсовая работа	-
Курсовой проект	-
Промежуточный контроль	
Зачет	1
Экзамен	-

Фонд оценочных средств представлен в приложении к рабочей программе.

7. Перечень основной и дополнительной литературы

7.1. Основная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.1	Л.И. Папиловская, Д.Н. Франтасов, М.Н. Липатова, А.П. Долгинцев	Информационные технологии на железнодорожном транспорте : учебное пособие / Л.И. Папиловская, Д.Н. Франтасов, М.Н. Липатова, А.П. Долгинцев	Самара : СамГУПС, 2019. - 93 с. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/161305	Электронный ресурс
Л1.2	Папиловская Л.И., Ефимова Т.Б.	Комплексы информационных технологий на железнодорожном транспорте. (Информационные системы и технологии. Обеспечивающая часть информационных систем)	Самара: СамГУПС, 2009 - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/130340	Электронный ресурс
Л1.3	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
7.2. Дополнительная литература				
Л2.1	С.В. Карасев, Д.В. Осипов, Д.А. Сивицкий	Математическое моделирование систем и процессов на транспорте : учебное пособие	Новосибирск: СГУПС, 2020. - 136 с. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/164609	Электронный ресурс
Л2.2	Горбачев, Д.В. Новиков, 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

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

1. Официальный сайт филиала.
2. Электронная библиотечная система

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Лекционные занятия включают в себя конспектирование учебного материала, на занятиях необходимо иметь тетрадь для записи и необходимые канцелярские принадлежности.

Практические занятия - это активная форма учебного процесса. Они являются дополнением лекционных курсов и самостоятельной работы обучающихся, а также средством проверки усвоения ими знаний, даваемых на лекции и в процессе изучения рекомендуемой литературы. Практические занятия проводятся в специально оборудованных лабораториях с применением необходимых средств обучения.

В рамках самостоятельной работы студент должен выполнить контрольную работу. Прежде чем выполнять задания контрольной работы, необходимо изучить теоретический материал, ознакомиться с методическими указаниями по выполнению работ. Выполнение и защита контрольной работы являются непременным условием для допуска к зачету. Во время выполнения контрольной 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

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии и программное обеспечение:

- для проведения лекций, демонстрации презентаций и ведения интерактивных занятий: MS PowerPoint;
- для самостоятельной работы студентов: Windows 7 и выше, Microsoft Office 2010 и выше.

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

1. Портал интеллектуального центра – научной библиотеки им. Е.И. Овсянкина

https://library.narfu.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=505&Itemid=574&lang=ru

2. Высокопроизводительные вычислительные системы на железнодорожном транспорте: учебник <http://e.lanbook.com/book/4163>

3. Управление и информационные технологии на железнодорожном транспорте: учебник <http://e.lanbook.com/book/35832>

4. Библиотека строительства - <http://www.zodchii.ws/>

5. Базы данных Рестко по строительству и недвижимости - https://www.restko.ru/building_db.php

6. База данных по архитектуре «World Art» -

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

Учебная аудитория для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета (проведение занятий лекционного типа) - аудитория № 401. Специализированная мебель: столы ученические - 32 шт., стулья ученические - 64 шт., доска настенная (меловая) - 1 шт., стол преподавателя - 1 шт., стул преподавателя - 1 шт. Технические средства обучения: переносной экран, переносной проектор, ноутбук. Учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие рабочей программе дисциплины - комплект презентаций (хранится на кафедре).

Учебная аудитория для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета (проведение занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) - Лаборатория «Компьютерный класс № 1», аудитория № 408. Специализированная мебель: столы ученические - 32 шт., стулья ученические - 38 шт., доска настенная (меловая) - 1 шт., стол преподавателя - 1 шт., стул преподавателя - 1 шт. Технические средства обучения: компьютеры - 22 шт., видеопанель - 1 шт. Программное обеспечение - Microsoft Office Professional 2010. Mathcad 14.

11.2. Перечень лабораторного оборудования

Лабораторное оборудование не предусмотрено.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по учебной дисциплине

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В СРЕДЕ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОГО АНАЛИЗА

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

1.1. Перечень компетенций

ПК-2. Способен производить анализ, проектирование и расчет элементов железнодорожного пути и земляного полотна.

Индикатор ПК-2.1. Выполняет анализ, проектирование и расчет элементов железнодорожного пути в соответствии с требованиями нормативно-технической документации.

ПК-6. Способен проводить научные исследования для решения задач в сфере объектов транспортной инфраструктуры.

Индикатор ПК-6.1. Анализирует и применяет результаты научных исследований для совершенствования конструкций элементов железнодорожного пути.

Индикатор ПК-6.2. Выполняет работы по моделированию объектов и процессов с использованием современного программного обеспечения.

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, практические занятия	ПК-2 (ПК-2.1), ПК-6 (ПК-6.1, ПК-6.2)
Этап 2. Формирование умений	Практические занятия	ПК-2 (ПК-2.1), ПК-6 (ПК-6.1, ПК-6.2)
Этап 3. Формирование навыков практического использования знаний и умений	Выполнение контрольной работы	ПК-2 (ПК-2.1), ПК-6 (ПК-6.1, ПК-6.2)
Этап 4. Проверка усвоенного материала	Защита контрольной работы, зачет	ПК-2 (ПК-2.1), ПК-6 (ПК-6.1, ПК-6.2)

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	ПК-2 (ПК-2.1), ПК-6 (ПК-6.1, ПК-6.2)	- посещение лекционных занятий, практических занятий; - ведение конспекта лекций; - участие в обсуждении теоретических	- наличие конспекта лекций по всем темам, вынесенным на лекционное обсуждение; - активное участие студента в обсуждении	устный ответ

		вопросов на каждом практическом занятии	теоретических вопросов;	
Этап 2. Формирование умений (решение задачи по образцу)	ПК-2 (ПК-2.1), ПК-6 (ПК-6.1, ПК-6.2)	- выполнение практических занятий	- успешное самостоятельное выполнение практических занятий	отчет по практическому занятию
Этап 3. Формирование навыков практического использования знаний и умений	ПК-2 (ПК-2.1), ПК-6 (ПК-6.1, ПК-6.2)	- наличие правильно выполненной контрольной работы	- контрольная работа имеет положительную рецензию и допущена к защите	контрольная работа
Этап 4. Проверка усвоенного материала	ПК-2 (ПК-2.1), ПК-6 (ПК-6.1, ПК-6.2)	- успешная защита контрольной работы; - зачет	- ответы на все вопросы по контрольной работе; - ответы на вопросы к зачету и на дополнительные вопросы (при необходимости)	устный ответ, решение задач

2.2. Критерии оценивания компетенций по уровню их сформированности

Код компетенции, индикатор	Уровни сформированности компетенций		
	базовый	средний	высокий
ПК-2 (ПК-2.1)	Знать: - методы проектирования и расчета конструкций железнодорожного пути на прочность и устойчивость; - особенности расчетов и проектирования элементов верхнего строения железнодорожного пути Уметь: - применять методы проектирования и расчета конструкций железнодорожного пути на прочность и устойчивость; - выполнять статические и динамические	Знать: - методы проектирования и расчета конструкций железнодорожного пути и его сооружений на прочность и устойчивость; - особенности расчетов и проектирования элементов верхнего строения железнодорожного пути; - нормативы и требования по реконструкции железнодорожной инфраструктуры Уметь: - применять методы проектирования и расчета конструкций железнодорожного пути и его сооружений на прочность и устойчивость;	Знать: - методы проектирования и расчета конструкций железнодорожного пути и его сооружений на прочность и устойчивость; - особенности расчетов и проектирования элементов верхнего строения железнодорожного пути для различных условий эксплуатации; - нормативы и требования по реконструкции железнодорожной инфраструктуры Уметь: - применять методы проектирования и расчета конструкций железнодорожного пути

	расчеты конструкций пути и искусственных сооружений с учетом изменения эксплуатационных параметров Владеть: - умением применять методы проектирования и расчета конструкций железнодорожного пути и его сооружений на прочность и устойчивость; - современными методами расчета и проектирования элементов железнодорожного пути на прочность и устойчивость	- выполнять статические и динамические расчеты конструкций пути и искусственных сооружений с учетом изменения эксплуатационных параметров; - проводить анализ надежности работы элементов железнодорожного пути. Владеть: - умением применять методы проектирования и расчета конструкций железнодорожного пути и его сооружений на прочность и устойчивость; - современными методами расчета и проектирования элементов железнодорожного пути на прочность; - умением проводить анализ надежности работы элементов и конструкции железнодорожного пути.	и его сооружений на прочность и устойчивость; - выполнять статические и динамические расчеты конструкций пути и искусственных сооружений с учетом изменения эксплуатационных параметров; - проводить анализ надежности работы элементов и конструкции железнодорожного пути в целом Владеть: - умением применять методы проектирования и расчета конструкций железнодорожного пути и его сооружений на прочность и устойчивость; - современными методами расчета и проектирования элементов железнодорожного пути на прочность и устойчивость; - умением проводить анализ надежности работы элементов и конструкции железнодорожного пути в целом
ПК-6 (ПК-6.1)	Знать: - задачи научных исследований конструкций железнодорожного пути; - методы научных исследований по усовершенствованию конструкций железнодорожного пути; - современные средства вычислительной техники Уметь: - определять задачи	Знать: - задачи научных исследований конструкций железнодорожного пути; - методы научных исследований по усовершенствованию конструкций железнодорожного пути; - современные средства измерительной и вычислительной техники Уметь: - определять задачи научных исследований конструкций железнодорожного пути;	Знать: - задачи научных исследований конструкций железнодорожного пути; - методы научных исследований по усовершенствованию конструкций железнодорожного пути и элементов инфраструктуры; - современные средства измерительной и вычислительной техники Уметь: - определять задачи научных исследований

	научных исследований конструкций железнодорожного пути; - применять методы научных исследований в целях усовершенствования конструкций железнодорожного пути; - выполнять научные исследования с применением современных средств измерительной и вычислительной техники Владеть: - способностью определять задачи научных исследований конструкций железнодорожного пути; - способностью применять методы научных исследований в целях усовершенствования конструкций железнодорожного пути; - способностью выполнять научные исследования с применением современных средств вычислительной техники	- применять методы научных исследований в целях усовершенствования конструкций железнодорожного пути; - выполнять научные исследования с применением современных средств измерительной и вычислительной техники Владеть: - способностью определять задачи научных исследований конструкций железнодорожного пути; - способностью применять методы научных исследований в целях усовершенствования конструкций железнодорожного пути; - способностью выполнять научные исследования с применением современных средств измерительной и вычислительной техники	конструкций железнодорожного пути; - применять методы научных исследований в целях усовершенствования конструкций железнодорожного пути и элементов инфраструктуры; - выполнять научные исследования с применением современных средств измерительной и вычислительной техники Владеть: - способностью определять задачи научных исследований конструкций железнодорожного пути; - способностью применять методы научных исследований в целях усовершенствования конструкций железнодорожного пути и элементов инфраструктуры; - способностью выполнять научные исследования с применением современных средств измерительной и вычислительной техники
ПК-6 (ПК-6.2)	Знать: - методы компьютерного моделирования в среде конечно-элементного анализа - методы расчета конструкций железнодорожного пути и его сооружений на прочность и устойчивость; - особенности	Знать: - методы компьютерного моделирования в среде конечно-элементного анализа; - методы проектирования и расчета конструкций железнодорожного пути и его сооружений на прочность и устойчивость; - особенности расчетов элементов верхнего строения	Знать: - методы компьютерного моделирования в среде конечно-элементного анализа; - методы проектирования и расчета конструкций железнодорожного пути и его сооружений на прочность и устойчивость; - особенности расчетов и проектирования элементов верхнего

расчетов верхнего строения железнодорожного пути для различных условий эксплуатации Уметь: - применять методы компьютерного моделирования в среде конечно-элементного анализа - применять методы проектирования и расчета конструкций железнодорожного пути на прочность и устойчивость; - выполнять статические и динамические расчеты конструкций пути и искусственных сооружений Владеть: - умением применять методы проектирования и расчета конструкций железнодорожного пути на прочность и устойчивость; - современными методами расчета элементов железнодорожного пути на прочность; - умением проводить анализ надежности работы элементов железнодорожного пути в целом	железнодорожного пути для различных условий эксплуатации Уметь: - применять методы компьютерного моделирования в среде конечно-элементного анализа; - применять методы проектирования железнодорожного пути и его сооружений на прочность и устойчивость; - выполнять статические и динамические расчеты конструкций пути и искусственных сооружений Владеть: - умением применять методы проектирования и расчета конструкций железнодорожного пути и его сооружений на прочность и устойчивость; - современными методами расчета и проектирования элементов железнодорожного пути на прочность; - умением проводить анализ надежности работы элементов и конструкции железнодорожного пути в целом	строения железнодорожного пути для различных условий эксплуатации Уметь: - применять методы компьютерного моделирования в среде конечно-элементного анализа; - применять методы проектирования и расчета конструкций железнодорожного пути и его сооружений на прочность и устойчивость; - выполнять статические и динамические расчеты конструкций пути и искусственных сооружений с учетом изменения эксплуатационных параметров Владеть: - умением применять методы проектирования и расчета конструкций железнодорожного пути и его сооружений на прочность и устойчивость; - современными методами расчета и проектирования элементов железнодорожного пути на прочность и устойчивость; - умением проводить анализ надежности работы элементов и конструкции железнодорожного пути в целом
---	--	---

2.3. Шкалы оценивания формирования индикаторов достижения компетенций

а) Шкала оценивания зачета

Шкала оценивания	Критерии оценивания
Зачтено	Все индикаторы достижений компетенции сформированы на уровне не ниже базового и студент отвечает на дополнительные вопросы. Студент:

	- 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.
Не зачтено	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.

б) Шкала оценивания контрольной работы

Шкала оценивания	Критерии оценивания
Зачтено	Все индикаторы достижений компетенции сформированы на уровне не ниже базового. Даны ответы на все теоретические вопросы. Все расчеты выполнены верно и имеют необходимые пояснения
Не зачтено	Все индикаторы достижений компетенции сформированы на уровне ниже базового. В расчетах допущены ошибки, необходимые пояснения отсутствуют, имеются ошибки в теоретических вопросах.

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

Код компетенции, индикатор	Этапы формирования компетенции	Типовые задания (оценочные средства)
ПК-2 (ПК-2.1), ПК-6 (ПК-6.1, ПК-6.2)	Этап 1. Формирование теоретической базы знаний	- дискуссия: вопросы для обсуждения
	Этап 2. Формирование умений (решение задачи по образцу)	- решение задач на практических занятиях
	Этап 3. Формирование навыков практического использования знаний и умений	- контрольная работа
	Этап 4. Проверка усвоенного материала	- вопросы к зачету (приложение 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 – 20 мин.

Дискуссия

При проведении дискуссии студентам для обсуждения предлагаются вопросы по теме, отведенной на практическое занятие (согласно рабочей программе учебной дисциплины).

Контрольная работа

Контрольные работы выполняются в соответствии с заданиями и методическими указаниями. В них отражены наиболее важные практические задачи дисциплины, которые выполняются студентами самостоятельно. В случае необходимости студент получает консультации у ведущего преподавателя в назначенные дни и часы недели. Выполненные работы сдаются на рецензирование преподавателю на факультет или на кафедру. Положительная рецензия дает право студенту сдавать зачет по контрольной работе, который принимается на консультации или в дополнительные часы ведущим преподавателем кафедры.

После проверки контрольная работа возвращается студентам для подготовки к ее защите.

Защита контрольной работы проводится на экзаменационной сессии и является основанием для допуска студента к зачету. При защите контрольной работы студенты должны ответить на теоретические вопросы по тематике контрольной работы.

Тема контрольной работы: «Определение зависимости конечного результата от аргументов».

Задание.

1. В рамках предметной области контрольной работы составить массив эмпирических данных для последующей обработки.

2. Выполнить линейный анализ регрессионных кривых и выбрать наилучшую пару.

3. Для лучшей пары провести функциональные преобразования аргумента и выбрать наилучшую аппроксимацию.

4. Для ранее составленного массива эмпирических данных подобрать многоаргументную функцию зависимости конечного результата от аргументов с помощью метода наименьших квадратов.

5. Выполнить анализ полученного результата аппроксимации: оценить качество функции, отсеять статистически незначащие аргументы, выполнить дисперсионный анализ и т.д.

6. Для весомых аргументов провести функциональные преобразования и оценить перспективы улучшения качества аппроксимации.

Контрольная работа носит расчетно-аналитический характер. Задания выбираются по последней цифре шифра и первой букве фамилии студента.

Практические занятия

Практические занятия - метод репродуктивного обучения, обеспечивающий связь теории и практики, содействующий выработке у студентов умений и навыков применения знаний, полученных на лекции и в ходе самостоятельной работы.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ЗАЧЕТА

Вопросы для проверки уровня обученности «ЗНАТЬ»

1. Основные положения теории решения изобретательских задач
2. Технологии компромиссных решений
3. Методы эвристической аналогии, инверсии и комплексы
4. Этапы решения технической задачи
5. Законы развития технических систем
6. Вещественно полевой (вепольный) анализ
7. Особенности постановки строительных задач
8. Этапы конкретизации условий построения модели
9. Анализ модели задачи
10. Информационный фонд стандартных решений
11. Суть системы приемов
12. Стандарты на решение изобретательских задач
13. Суть метода проб и ошибок
14. Мозговой штурм как метод исследований
15. Метод синектики, морфологический анализ
16. Метод фокальных объектов
17. Метод контрольных вопросов
18. Пути решения технических задач
19. Оценка полученного решения задач
20. Эффекты ускорения противоречий
21. Ресурсы ускорения противоречий
22. Критерии физического подобия
23. Методы технического творчества

Вопросы для проверки уровня обученности «УМЕТЬ»

1. Виртуальные подходы к решению научно технических задач
2. Аппроксимационные методы решения задач.
3. Методы обработки эмпирических данных в решении научно-технических задач
4. Регрессионный метод обработки эмпирических данных в решении научно-технических задач
5. Корреляционный метод обработки эмпирических данных в решении научно-технических задач
6. Дисперсионный метод обработки эмпирических данных в решении научно-технических задач
7. Многофакторный метод обработки эмпирических данных в решении научно-технических задач.
8. Основные предпосылки к переходу от инженерных методик к математическому моделированию процессов
9. Качественные предпосылки к переходу от балочной теории расчета к компьютерному моделированию
10. Полная формулировка законов сохранения
11. Уравнения закона Гука

12. Вариационная формулировка метода конечных элементов
13. Вариационная формулировка метода контрольных объемов
14. Технологии реализации формулировки метода конечных элементов
15. Технология реализации метода контрольных объемов
16. Типы граничных условий применяемых при математическом моделировании

Вопросы для проверки уровня обученности «ВЛАДЕТЬ»

1. Конечно-разностные методы решения системы уравнений Гука
2. Методы численной реализации метода конечных элементов
3. Методы численной реализации метода контрольных объемов
4. Расчетные сетки. Основные критерии оптимизации расчетных элементов.
5. Алгоритмы формирования расчетных областей и формирование расчетных ячеек
6. Блочная технология разбивки области расчета
7. Базовые навыки и технологии работы в пакетах прикладных программ, методы визуализации постпроцессинга
8. Закон сохранения момента импульса в упругой среде
9. Закон сохранения момента импульса в пластичной среде
10. Закон сохранения момента импульса в зернистой среде
11. Типы конечных элементов при моделировании упруго деформируемых сред
12. Типы граничных условий применяемых при математическом моделировании прочности и устойчивости сооружений
13. Математические модели поведения упругих материалов при восприятии внешней нагрузки.

Оценочные средства

ПК-2. Способен производить анализ, проектирование и расчет элементов железнодорожного пути и земляного полотна.

Тестовые задания

1. Погрешностью числа x_0 называется ...
 - 1) разность между числом x_0 и его приближенным значением x ;
 - 2) модуль разности между числом x_0 и его приближенным значением x ;
 - 3) такое положительное число h , что выполняется условие: $|x_0 - x| \leq h$.
2. *Вместо ... вставьте пропущенное слово.* Разность между числом x_0 и его приближенным значением x называется ...
3. Абсолютной погрешностью числа x_0 называется ...
 - 1) разность между числом x_0 и его приближенным значением x ;
 - 2) модуль разности между числом x_0 и его приближенным значением x ;
 - 3) такое положительное число h , что выполняется условие: $|x_0 - x| \leq h$.

4. Вместо ... вставьте пропущенное слово. Модуль разности между числом x_0 и его приближенным значением x называется ... погрешностью числа x_0 .

5. Предельной абсолютной погрешностью числа x_0 называется ...

- 1) разность между числом x_0 и его приближенным значением x ;
- 2) модуль разности между числом x_0 и его приближенным значением x ;
- 3) такое положительное число h , что выполняется условие: $|x_0 - x| \leq h$.

6. Вместо ... вставьте пропущенное слово. Положительное число h , для которого выполняется условие: $|x_0 - x| \leq h$ называется ... абсолютной погрешностью числа x_0 .

7. Относительной погрешностью приближенного значения x числа x_0 называется ...

- 1) число δ , равное отношению абсолютной погрешности числа x_0 к модулю x_0 ;
- 2) число Δ , равное отношению модуля числа x_0 к его приближенному значению x ;
- 3) число δ_x , равное отношению предельной абсолютной погрешности числа x_0 к модулю x .

8. Вместо ... вставьте пропущенное слово. Число δ , равное отношению абсолютной погрешности числа x_0 к модулю x_0 называется ... погрешностью приближенного значения x числа x_0 .

9. Предельной относительной погрешностью приближенного значения x числа x_0 называется ...

- 1) число δ , равное отношению абсолютной погрешности числа x_0 к модулю x_0 ;
- 2) число Δ , равное отношению модуля числа x_0 к его приближенному значению x ;
- 3) число δ_x , равное отношению предельной абсолютной погрешности числа x_0 к модулю x .

10. Вместо ... вставьте пропущенное слово. Число δ_x , равное отношению предельной абсолютной погрешности числа x_0 к модулю x называется ... погрешностью приближенного значения x числа x_0 .

11. В качестве приближения к числу $\frac{1}{7}$ выбрали число 0,14, тогда абсолютная погрешность составит ...

- 1) $\frac{-1}{350}$;

2) $\frac{1}{350}$;

3) $\frac{7}{14}$.

12. В качестве приближения к числу $\frac{1}{9}$ выбрали число 0,11, тогда относительная погрешность составит ...

1) $\frac{1}{900}$;

2) $\frac{1}{100}$;

3) $\frac{-1}{900}$.

13. Введите ответ в виде десятичной дроби. Определить предельную абсолютную погрешность числа $x = 3,14$, заменяющего число π .

14. Значащими цифрами числа называются ...

1) все цифры его десятичной записи;

2) все цифры его десятичной записи, кроме нулей, стоящие после запятой;

3) все цифры его десятичной записи, кроме нулей, стоящих перед первой цифрой, отличной от нуля.

15. Введите ответ в виде десятичной дроби. Округлить число $\pi = 3,1415926535...$ до пяти значащих цифр.

16. Вместо ... вставьте пропущенное слово. Все цифры десятичной записи числа, кроме нулей, стоящих перед первой цифрой, отличной от нуля называются...

17. Цифра называется верной, если...

1) если абсолютная погрешность приближенного числа не превышает половины разряда, в котором записана эта цифра;

2) если относительная погрешность приближенного числа не превышает половины разряда, в котором записана эта цифра;

3) если истинная погрешность приближенного числа не превышает половины разряда, в котором записана эта цифра.

18. Вместо ... вставьте пропущенное слово. Если абсолютная погрешность приближенного числа не превышает половины разряда, в котором записана цифра, то такая цифра называется...

19. Численное решение уравнений состоит из этапов...

1) отделение корней и уточнение корней;

2) нахождение корней и проверка корней;

3) отделение корней и проверка корней.

20. Вместо ... вставьте пропущенное слово. Отделение корней и уточнение корней являются ... численного решения уравнений.

21. Промежуток $[a; b]$ называется промежутком изоляции корня уравнения, если...

- 1) на этом промежутке содержится только один корень;
- 2) на этом промежутке корней нет;
- 3) на этом промежутке содержатся все корни уравнения.

22. *Вместо ... вставьте пропущенное слово.* Если на промежутке содержится только один корень уравнения, то он называется промежутком ... корня уравнения.

23. Какое условие говорит о наличие корня уравнения $f(x) = 0$ на отрезке $[a; b]$...

- 1) $f(x)$ - непрерывна на $[a; b]$ и принимает на его концах значения разных знаков;
- 2) $f(x)$ - непрерывна и монотонна на $[a; b]$, а на его концах принимает значения разных знаков;
- 3) $f(x)$ - непрерывна и монотонна на $[a; b]$.

24. Какое условие говорит о наличие единственного корня уравнения $f(x) = 0$ на отрезке $[a; b]$...

- 1) $f(x)$ - непрерывна на $[a; b]$ и принимает на его концах значения разных знаков;
- 2) $f(x)$ - непрерывна и монотонна на $[a; b]$, а на его концах принимает значения разных знаков;
- 3) $f(x)$ - непрерывна и монотонна на $[a; b]$.

25. Задача отделения корней уравнения заключается в установлении ...

- 1) количества корней;
- 2) количества корней, а так же наиболее тесных промежутков, на каждом из которых содержится не более одного корня;
- 3) конкретного корня решения уравнения.

26. *Вместо ... вставьте пропущенное слово.* Задача установления количества корней уравнения, а так же наиболее тесных промежутков, на каждом из которых содержится не более одного корня называется задачей... корней уравнения.

27. К методам уточнения корней не относится...

- 1) метод дихотомии;
- 2) метод аппроксимации;
- 3) метод хорд.

28. *Вместо ... вставьте пропущенное слово.* Метод хорд относится к методам ... корней уравнения.

29. Вместо ... вставьте пропущенное слово. Метод дихотомии относится к методам ... корней уравнения.

30. Вместо ... вставьте пропущенное слово. Комбинированный метод относится к методам ... корней уравнения.

31. Вместо ... вставьте пропущенное слово. Метод Ньютона относится к методам ... корней уравнения.

32. Вместо ... вставьте пропущенное слово. Графический метод относится к методам ... корней уравнения.

33. Суть комбинированного метода хорд и касательных состоит в ...

- 1) приближении к корню с разных сторон;
- 2) в вычислении на каждом шаге итерации не только значения функции, но и ее производной;
- 3) в том, что метод ограничивается вычислениями только значений функции.

34. Вместо ... вставьте пропущенное слово. Приближение к корню с разных сторон является сутью ... метода.

35. При решении уравнения $x = \varphi(x)$ методом итерации итерационная последовательность будет сходящейся к корню уравнения, если, кроме всего прочего, ...

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

36. Метод Гаусса относится к категории методов вычислительной математики, которые называются ...

- 1) точными методами;
- 2) приближенными методами;
- 3) первым классом приближенных методов.

37. При решении системы линейных алгебраических уравнений методом итераций ее необходимо привести к следующему матричному виду...

- 1) $X = AX + B$;
- 2) $X = A^{-1}B$;
- 3) $AX = B$.

38. К достаточным условиям сходимости метода простой итерации при решении системы линейных алгебраических уравнений не относится условие, чтобы...

- 1) сумма модулей свободных членов каждого уравнения системы была меньше единицы;

2) сумма модулей коэффициентов каждого уравнения системы была меньше единицы;

3) сумма квадратов коэффициентов каждого уравнения системы была меньше единицы.

39. Интерполяцией называется задача ...

1) нахождения промежуточных значений величины по имеющемуся дискретному набору известных значений;

2) продолжения функции, принадлежащей заданному классу, за пределы ее области определения;

3) замены одних математических объектов другими, в том или ином смысле близким к исходным.

40. *Вместо ... вставьте пропущенное слово.* Задача нахождения промежуточных значений величины по имеющемуся дискретному набору известных значений называется...

41. Конечными разностями первого порядка называют...

1) разность между значениями функции в соседних узлах интерполяции;

2) разность между аргументами функции в соседних узлах интерполяции;

3) сумму значений функции в соседних узлах интерполяции.

42. *Вместо ... вставьте пропущенное слово.* Разность между значениями функции в соседних узлах интерполяции называется конечными разностями ... порядка

43. Интерполяционную формулу Ньютона целесообразно использовать вместо формулы Лагранжа...

1) если имеется большое количество узлов интерполяции;

2) если число узлов интерполяции не более трех;

3) всегда.

44. *Сопоставьте цифре метод.* Если имеется большое количество узлов интерполяции, то вместо интерполяционную формулу 1 целесообразно использовать вместо формулы 2.(1- Ньютона, 2- Лагранжа)

45. Функция, определенная в равноотстоящих узлах допускает линейную интерполяцию, если ...

1) соседние конечные разности первого порядка отличаются друг от друга не более, чем на четыре единицы низшего разряда;

2) соседние конечные разности второго порядка отличаются друг от друга не более, чем на семь единиц низшего разряда;

3) соседние конечные разности первого порядка отличаются друг от друга не более, чем на семь единиц низшего разряда.

46. Функция, определенная в равноотстоящих узлах допускает квадратичную интерполяцию, если ...

1) соседние конечные разности первого порядка отличаются друг от друга

не более чем на четыре единицы низшего разряда;

2) соседние конечные разности второго порядка отличаются друг от друга не более чем на семь единиц низшего разряда;

3) соседние конечные разности второго порядка отличаются друг от друга не более чем на четыре единицы низшего разряда.

47. *Сопоставьте характеристику методу.*

1. Метод, представляющий собой конечные алгоритмы для вычисления корней системы;

2. Метод позволяющий получить корни системы с заданной точностью путем сходящихся бесконечных процессов;

3. Наиболее распространенный метод решения систем линейных уравнений, алгоритм последовательного исключения неизвестных;

I. Точный;

II. Итерационный;

III. Гаусса.

48. Формула $\int_a^b f(x)dx \approx \frac{b-a}{2} (y_0 + y_1 + \dots + y_{n-1})$ называется формулой...

1) парабол;

2) прямоугольников;

3) трапеций.

49. Наиболее точной из формул прямоугольников, трапеций и парабол является формула...

1) парабол;

2) прямоугольников;

3) трапеций.

50. Формула $y_{i+1} = y_{i-1} + 2hf(x_i; y_i)$ называется формулой...

1) метода Эйлера;

2) уточненного метода Эйлера;

3) метода Рунге-Кутты.

51. Не относится к методу Рунге-Кутты формула ...

1) $y_{i+1} = y_i + \frac{1}{6}(3r_1 + 3r_2)$;

2) $y_{i+1} = y_i + \frac{1}{6}(r_1 + 4r_2 + r_3)$;

3) $y_{i+1} = y_i + \frac{1}{6}(r_1 + 2r_2 + 2r_3 + r_4)$.

Оценочные средства

ПК-6. Способен проводить научные исследования для решения задач в сфере объектов транспортной инфраструктуры.

Тестовые задания

1. *Вместо ... вставьте пропущенное слово.* ... модель – математическое

описание исследуемого экономического процесса или объекта.

2. Сопоставьте описание трех основных этапов проведения экономико-математического моделирования их номерам I, II, III;

1. ставятся цели и задачи исследования, проводится качественное описание объекта в виде экономической модели;

2. формируется математическая модель изучаемого объекта, осуществляется выбор (или разработка) методов исследования, проводится программирование модели на ЭВМ, подготавливается исходная информация;

3. осуществляется анализ математической, реализованной в виде программ для ЭВМ, проведение машинных расчетов, обработка и анализ полученных результатов.

3. *Вместо ... вставьте пропущенное слово.* Образ какого-либо объекта, приближенно воссоздающий этот объект с помощью некоторого языка называется ...

4. *Вместо ... вставьте пропущенное слово из предложенных вариантов.* Задача составления рациона (задача о диете, задача о смесях).

Имеется n видов кормов, содержащие m видов питательных веществ (витаминов). Содержание числа единиц питательных веществ в 1 кг каждого вида корма необходимый. Также известна стоимость 1 кг кормов каждого вида. Необходимо составить дневной рацион, имеющий ... стоимость, в котором содержание каждого вида питательных веществ было бы не менее установленного предела. (минимальную, максимальную)

5. *Вместо ... вставьте пропущенное слово из предложенных вариантов.* Задача об использовании ресурсов (задача планирования производства).

Для изготовления n видов продукции используют m видов ресурсов. Запасы ресурсов, число единиц ресурсов, затрачиваемых на изготовление единицы продукции, известны. Известна также прибыль, получаемая от единицы каждого вида продукции. Необходимо составить такой план производства, при котором прибыль от ее реализации будет... (минимальной, максимальной)

6. Общая задача линейного программирования может быть сформулирована следующим образом:

$$L = \sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \max(\min),$$

при выполнении условий

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i \quad (i = 1, 2, \dots, k) \\ \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j = b_i \quad (i = k + 1, k + 2, \dots, m) \\ x_j \geq 0 \quad (j = 1, 2, \dots, l, \quad l \leq n) \end{cases}$$

Как называют функцию L ?

1. оптимальной функцией
2. функцией цели
3. линейной функцией
4. линейной формой
5. целевой функцией

7. Общая задача линейного программирования может быть сформулирована следующим образом:

$$L = \sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \max(\min),$$

при выполнении условий

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i \quad (i = 1, 2, \dots, k) \\ \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j = b_i \quad (i = k + 1, k + 2, \dots, m) \end{cases}$$

$$x_j \geq 0 \quad (j = 1, 2, \dots, l, \quad l \leq n)$$

Как называется решение $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ данной системы ограничений, при котором целевая функция достигает минимального или максимального значения?

1. оптимальный план
2. классическое решение
3. оптимальное решение
4. лучшее решение

8. Вместо ... вставьте пропущенное слово. Общая задача линейного программирования может быть сформулирована следующим образом:

$$L = \sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \max(\min),$$

при выполнении условий

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i \quad (i = 1, 2, \dots, k) \\ \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j = b_i \quad (i = k + 1, k + 2, \dots, m) \end{cases}$$

$$x_j \geq 0 \quad (j = 1, 2, \dots, l, \quad l \leq n)$$

Данный набор неравенств и уравнений называется системой ...

9. Пусть в системе $\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j = b_i \quad (i = 1, 2, \dots, m)$ первые m ($m < n$) переменных – базисные. Как называют оставшиеся $n - m$ переменных?

1. свободные
2. оптимальные
3. неосновные
4. основные

10. Чему равен ранг матрицы $A = (a_{ij}), i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$

1. максимальному числу независимых столбцов матрицы
2. максимальному числу независимых строк матрицы
3. максимальному размеру отличного от нуля минора матрицы
4. минимальному числу независимых строк матрицы
5. наименьшему из чисел m и n

11. *Вместо ... вставьте пропущенное слово.* Базисное решение, в котором хотя бы одна из основных переменных равна нулю называется ...

12. *Вместо ... вставьте пропущенное слово.* Решение m линейных уравнений с n переменными, в котором все $n - m$ неосновных переменных равны нулю называется ...

13. *Вместо ... вставьте пропущенное слово из предложенных вариантов.* Если для системы m линейных уравнений с n переменными $m < n$ ранг матрицы коэффициентов при переменных равен m , т.е. существует хотя бы одна группа основных переменных, то эта система является ..., причем каждому произвольному набору значений неосновных переменных соответствует одно решение системы. (неопределенной, определенной, несовместной).

14. Как называется множество, если оно включает все свои граничные точки?

- 1) замкнутое
- 2) выпуклое
- 3) связное
- 4) открытое

15. Какое множество получится при пересечении любого числа выпуклых множеств?

- 1) замкнутое
- 2) выпуклое
- 3) связное
- 4) открытое

16. Как называется множество точек, которое представляет собой многоугольник, целиком расположенный по одну сторону от прямых, на которых лежат его стороны?

- 1) замкнутое
- 2) выпуклое
- 3) связное
- 4) открытое

17. Как называется множество, если оно вместе с любыми двумя точками содержит весь отрезок, соединяющий эти точки?

- 1) замкнутое
- 2) выпуклое

- 3) связное
- 4) открытое

18. Сопоставьте характеристику множеству.

- 1. Включает все свои граничные точки;
 - 2. Пересечение любого числа выпуклых множеств;
 - 3. Многоугольник, целиком расположенный по одну сторону от прямых, на которых лежат его стороны;
 - 4. Вместе с любыми двумя точками содержит весь отрезок, соединяющий эти точки.
- I. Замкнутое;
 - II. Выпуклое;
 - III. Связное;
 - IV. Открытое

19. *Вместо ... вставьте пропущенное слово.* Выпуклое замкнутое ограниченное множество точек пространства, имеющее конечное число угловых точек, называется выпуклым...

20. Какой является точка, если в некоторой ее окрестности содержатся точки только данного множества?

- 1) внутренней
- 2) угловой
- 3) граничной
- 4) крайней

21. Какой является точка выпуклого множества, если она не является внутренней ни для какого отрезка, целиком принадлежащего данному множеству?

- 1) внутренней
- 2) угловой
- 3) граничной
- 4) крайней

22. Как называется точка, если в любой ее окрестности содержатся как точки, принадлежащие данному множеству, так и точки, не принадлежащие ему?

- 1) внутренней
- 2) угловой
- 3) граничной
- 4) крайней

23. *Вместо ... вставьте пропущенное слово.* Множество решений совместной системы m линейных неравенств с n переменными является ... многогранником (...многогранной областью) в n мерном пространстве.

24. *Вместо ... вставьте пропущенное слово.* Множество решений неравенства с двумя переменными $a_{11}x_1 + a_{12}x_2 \leq b_1$ является одной из двух..., на которые вся плоскость делится прямой $a_{11}x_1 + a_{12}x_2 = b_1$ включая эту прямую.

25. Выберите основные элементы симплексного метода.

- 1) способ приведения системы ограничений к каноническому виду
- 2) способ определения какого-либо первоначального допустимого базисного решения задачи
- 3) критерий проверки оптимальности найденного решения
- 4) правило перехода к лучшему (точнее, не худшему) решению

26. *Вместо ... вставьте пропущенное слово.* Геометрический смысл ... метода состоит в последовательном переходе от одной вершины многогранника ограничений к соседней, в которой линейная функция принимает лучшее (по крайней мере не худшее) значение (по отношению к цели задачи), до тех пор пока не будет найдено оптимальное решение – вершина, где достигается оптимальное значение функции цели (если задача имеет конечный оптимум).

27. *Вместо ... вставьте пропущенное слово.* Критерий оптимальности решения при определении максимума линейной функции: если выражение линейной функции через неосновные переменные отсутствуют положительные коэффициенты при неосновных переменных, то решение...

28. *Вместо ... вставьте пропущенное слово.* Уравнение, в котором достигается наибольшее возможное значение переменной, переводимой в основные (т.е. оценка минимальна) при решении задач симплекс-методом называется ...

29. *Вместо ... вставьте пропущенное слово.* Критерий оптимальности решения при определении минимума линейной функции: если выражение линейной функции через неосновные переменные отсутствуют отрицательные коэффициенты при неосновных переменных, то решение ...

30. По какому правилу вычисляются коэффициенты следующей таблицы, при решении задачи симплекс-методом?

- 1) по правилу прямоугольника
- 2) по правилу буравчика
- 3) по правилу треугольника
- 4) по правилу правой руки

31. *Вместо ... вставьте пропущенное слово из предложенных вариантов.* По правилу прямоугольника вычисляются коэффициенты таблицы последующего шага, при решении задачи ... методом (симплексным, графическим, Гомори, целочисленным)

32. *Вместо ... вставьте пропущенное слово.* Последняя строка симплексной таблицы, в которой приведено уравнений для линейной функции цели называется...

33. *Вместо ... вставьте пропущенное слово.* Система, полученная при решении задачи симплекс-методом после введения в нее добавочных переменных называется ...

34. Что можно сказать о задаче на максимум, если при ее решении симплекс-методом в последней строке нет отрицательных коэффициентов?

- 1) найдено оптимальное решение
- 2) у задачи нет решения
- 3) неосновные переменные равны нулю

35. *Вместо ... вставьте пропущенное слово.* Пусть при решении задачи симплекс-методом задачи на максимум в последней строке есть хотя бы один отрицательный коэффициент $b_i < 0$. Столбец таблицы, соответствующий наибольшему по модулю отрицательному коэффициенту $b_i < 0$ называется...

36. *Вместо ... вставьте пропущенное слово.* Ниже приведена формулировка транспортной задачи.

Найти объемы перевозок для каждой пары «поставщик - потребитель» так, чтобы:

- 1) мощности всех поставщиков были реализованы;
- 2) спросы всех потребителей были удовлетворены;
- 3) суммарные запасы на перевозку были бы ...

37. *Вместо ... вставьте пропущенное слово.* Система ограничений транспортной задачи задается в ... форме

38. Как называется модификация симплексного метода применительно к транспортной задаче?

- 1) распределительный метод
- 2) метод потенциалов
- 3) метод Гомори
- 4) метод множителей Лагранжа

39. Чему равны коэффициенты при переменных системы ограничений транспортной задачи?

- 1) единице или нулю
- 2) единице
- 3) нулю
- 4) они положительны
- 5) они отрицательны

40. *Вместо ... вставьте пропущенное слово.* Транспортная задача, в которой суммарная мощность поставщиков не равна суммарной мощности потребителей называется ...

41. *Вместо ... вставьте пропущенное слово.* Транспортная задача, в которой суммарная мощность поставщиков равна суммарной мощности потребителей называется ...

42. Чему равен ранг r системы уравнений транспортной задачи с n поставщиками и m потребителями?

- 1) $m + n - 1$
- 2) $m + n$
- 3) $m + n + 1$
- 4) $|m - n|$

43. Введите ответ в виде целого числа. Ранг системы уравнений транспортной задачи с 3 поставщиками и 5 потребителями равен ...

44. Как называется метод нахождения первоначального распределения поставок в транспортной задаче, в котором переменной в левом верхнем углу дают максимально возможное значение или, иными словами, максимально возможную поставку?

- 1) метод «северо-западного» угла
- 2) распределительный метод
- 3) метод наименьших затрат
- 4) метод множителей Лагранжа

45. Как называется метод нахождения распределения поставок в транспортной задаче, в котором на каждом шагу максимально возможную поставку следует давать в клетку с наименьшим коэффициентом затрат?

- 1) метод «северо-западного» угла
- 2) распределительный метод
- 3) метод наименьших затрат
- 4) метод множителей Лагранжа

46. Ломаная с вершинами в клетках матрицы и звеньями, лежащими вдоль строк и столбцов матрицы, удовлетворяющая условиям:

- 1) связности, т.е. из любой ее вершины можно попасть в любую другую вершину по звеньям ломаной.
- 2) в каждой вершине ломаной встречаются два звена, одно из которых располагается по строке, другое – по столбцу называется ...

47. Критерий оптимальности решения транспортной задачи формулируется следующим образом: базисное распределение поставок оптимально тогда и только тогда, когда оценки всех свободных клеток ...

48. Вместо ... вставьте пропущенное слово. Открытая транспортная задача решается сведением ее к ... транспортной задаче.

49. Если в транспортной задаче объем запасов превышает объем потребностей, в рассмотрение вводят

- 1) фиктивный пункт потребления
- 2) фиктивный пункт производства
- 3) изменения структуры не требуются

50. Вместо ... вставьте пропущенное слово из предложенных вариантов. Фиктивный пункт потребления в транспортной задаче вводят, если объем ...

превышает объем ... (запасов, потребностей)

51. Если в транспортной задаче объем потребностей превышает объем запасов, в рассмотрение вводят

- 1) фиктивный пункт потребления
- 2) фиктивный пункт производства
- 3) изменения структуры не требуются

52. *Вместо ... вставьте пропущенное слово из предложенных вариантов.* Фиктивный пункт производства в транспортной задаче вводят, если объем ... превышает объем ... (потребностей, запасов)

Вопросы для подготовки к тестовым заданиям

1. В чем состоят особенности динамических задач оптимизации?
2. Приведите примеры динамической задачи оптимизации.
3. Что такое управление и переменная состояния в динамических моделях?
4. В чем состоит метод динамического программирования в многошаговых задачах оптимизации?
5. Как формулируется задача по подбору эмпирических формул.
6. Геометрическая интерпретация задачи построения эмпирической формулы.
7. Функции, используемые для построения эмпирических формул.
8. Выбор наилучшей функции.
9. Какой процесс называется случайным? Приведите примеры.
10. Как на практике определить интенсивность порождающего потока случайных событий?
11. Что называется, плотностью вероятности перехода системы из состояния в состояние?
12. Как составляется система линейных алгебраических уравнений с неизвестными предельными вероятностями по размеченному графу состояний системы?
13. Как составляется система линейных алгебраических уравнений с неизвестными предельными вероятностями по матрице плотностей вероятностей перехода?
14. Генерирование случайных чисел. Генерирование случайных чисел, распределенных по экспоненциальному закону распределения.
15. Генерирование случайных чисел. Генерирование случайных чисел, распределенных по нормальному закону распределения.
16. Генерирование случайных чисел. Псевдослучайные числа. Генерирование последовательности равномерно распределенных случайных чисел.
17. Как имитируется расстояние между двумя случайными событиями пуассоновского потока? Как на практике определить интенсивность порождающего потока случайных событий?
18. Как обеспечить требуемый выходной параметр статической модели, управляя входными воздействиями на нее? Напишите алгоритм, нарисуйте схему реализации.

19. Как определить необходимое число итераций в статистическом эксперименте для достижения заданной точности?
20. Как осуществляется описание случайного характера суточных объемов вагонопотоков законами распределения вероятностей отличными от нормального.
21. Как определяется оптимальная стратегия и цена игры. Решение игр в чистых стратегиях и седловые точки матрицы игры.
22. В каком случае интенсивность входящего потока заявок существенно зависит от состояний замкнутой n -канальной СМО? Перечислите отличия замкнутых СМО от разомкнутых.
23. Как осуществляется Обработка статистических данных. Частота, относительная частота, плотность относительной частоты.
24. Как на практике используются критерии согласия Пирсона и Колмогорова. Приведите пример.
25. Как осуществляется статистическое моделирование случайных величин.
26. Сформулируйте математическую модель транспортной задачи, необходимое и достаточное условия разрешимости, свойства системы ограничений, опорное решение.