

Документ подписан простой электронной подписью
 Информация о владельце:
 ФИО: Попов Андрей Николаевич
 Должность: директор
 Дата подписания: 02.07.2025 15:53:48
 Уникальный программный ключ:
 1e0c38dcc0aee73cee1e5c09c1d5873fc7497bc8

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ПРИВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ»

Математическое моделирование систем и процессов рабочая программа дисциплины (модуля)

Специальность 23.05.03 ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ
 Специализация Локомотивы

Квалификация **инженер путей сообщения**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **6 ЗЕТ**

Виды контроля в семестрах:

экзамены 6

зачеты 5

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	5 (3.1)		6 (3.2)		Итого	
Неделя	16		16,3			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп	уп	рп
Лекции	16	16	16	16	32	32
Лабораторные			32	32	32	32
Практические	16	16			16	16
Конт. ч. на аттест.			0,4	0,4	0,4	0,4
Конт. ч. на аттест. в период ЭС	0,15	0,15	2,3	2,3	2,45	2,45
В том числе инт.	16	16			16	16
В том числе в форме практ.подготовки	16	16	49	49	65	65
Итого ауд.	32	32	48	48	80	80
Контактная работа	32,15	32,15	50,7	50,7	82,85	82,85
Сам. работа	31	31	68,6	68,6	99,6	99,6
Часы на контроль	8,85	8,85	24,7	24,7	33,55	33,55
Итого	72	72	144	144	216	216

Программу составил(и):

д.т.н., доцент, профессор, Балалаев Анатолий Николаевич

Рабочая программа дисциплины

Математическое моделирование систем и процессов

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - специалитет по специальности 23.05.03
Подвижной состав железных дорог (приказ Минобрнауки России от 27.03.2018 г. № 215)

составлена на основании учебного плана: 23.05.03-25-1-ПСЖДл.plz.plx

Специальность 23.05.03 ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ Направленность (профиль) Локомотивы

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Вагонное хозяйство и наземные транспортные комплексы

Зав. кафедрой Коркина С.В., к.т.н.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
1.1	Целью дисциплины является формирование общепрофессиональных компетенций, необходимых в производственно-технологический, организационно-управленческой, проектной и научно-исследовательской деятельности, связанной с математическим моделированием систем и процессов в области проектирования, производства, эксплуатации и ремонта подвижного состава.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.О.29

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
ОПК-1 Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования	
ОПК-1.4 Применяет цифровые инструменты для математического анализа и моделирования в процессе решения инженерных задач в профессиональной деятельности	

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	методы математического моделирования, методы теоретического и экспериментального исследования; математические и статистические методы для оценки и анализа показателей безопасности и надежности подвижного состава; методы математического моделирования, реализуемые с помощью стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований.
3.2	Уметь:
3.2.1	применять методы математического моделирования, методы теоретического и экспериментального исследования; использовать математические и статистические методы для оценки и анализа показателей безопасности и надежности подвижного состава; выполнять математическое моделирование процессов и сложных систем на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований.
3.3	Владеть:
3.3.1	владеть способностью применять методы математического моделирования, методы теоретического и экспериментального исследования; способностью использовать математические и статистические методы для оценки и анализа показателей безопасности и надежности подвижного состава; способностью выполнять математическое моделирование процессов и сложных систем на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)				
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Примечание
	Раздел 1. Основные понятия математического моделирования систем и процессов			
1.1	Представление о дисциплине «Математическое моделирование систем и процессов», связь с другими дисциплинами. Цели и задачи математического моделирования технических систем. Классификация моделей. /Лек/	5	1	Опережающее изучение темы, совместный анализ проблем
1.2	Методы построения математических моделей. Понятие о классическом и системном подходе при построении моделей. /Лек/	5	1	Опережающее изучение темы,
1.3	Подготовка к лекциям №1, 2 /Ср/	5	1	
1.4	Имитационные модели в научных исследованиях. Понятие о черном ящике. /Лек/	5	2	Опережающее изучение темы,
1.5	Метод направленного графа. Сетевой график. Критический путь. /Лек/	5	2	Опережающее изучение темы.
1.6	Подготовка к лекциям №3, 4 /Ср/	5	2	
1.7	Составление требований к модели системы «Вагон – среда» /Пр/	5	1	Практическая подготовка
1.8	Составление модели надежности вагона в эксплуатации с целью определения оптимальной длины гарантийного участка /Пр/	5	1	Практическая подготовка
1.9	Составление модели деповского ремонта вагона с целью определения предельной годовой программы ремонта /Пр/	5	2	Практическая подготовка
1.10	Составление сетевого графика технологического процесса деповского ремонта полувагона /Пр/	5	2	Практическая подготовка
1.11	Подготовка к практическим занятиям №1 - 4. /Ср/	5	6	

1.12	Самостоятельное изучение функциональных возможностей компьютерной программы Mathsoft Mathcad /Ср/	5	2	
	Раздел 2. Математические методы исследования процессов и объектов			
2.1	Основные понятия теории планирования эксперимента. Функция регрессии. Машинный эксперимент /Лек/	5	2	Опережающее изучение темы,
2.2	Методы реализации на ЭВМ математических моделей. Метод простой итерации. Корреляционный метод итерации. /Лек/	5	2	Опережающее изучение темы,
2.3	Понятие об оптимизационных задачах. Методы нахождения экстремума /Лек/	5	2	Опережающее изучение темы,
2.4	Подготовка к лекциям №5 - 7. /Ср/	5	3	
2.5	Построение оптимального плана эксперимента. Нахождение функции регрессии с помощью теории планирования эксперимента /Пр/	5	2	Практическая подготовка
2.6	Подготовка к практическим занятиям №5 - 7. /Ср/	5	6	
2.7	Построение алгоритма расчета вихревого энергоразделителя с использованием корреляционного метода итераций. Исследование модели вихревого энергоразделителя численным методом. /Пр/	5	2	Практическая подготовка
2.8	Моделирование системы технического обслуживания грузовых вагонов с целью определения оптимальной периодичности плановых ремонтов. Исследование модели системы технического обслуживания грузовых вагонов численным методом. /Пр/	5	2	Практическая подготовка
2.9	Самостоятельное изучение функциональных возможностей компьютерной программы Just BASIC v2.0 /Ср/	5	2	
	Раздел 3. Создание моделей систем и процессов с помощью программ аналогового визуального программирования			
3.1	Возможности программы аналогового визуального программирования СААМ /Лек/	5	2	Опережающее изучение темы,
3.2	Моделирование тепловых процессов с помощью программы СААМ /Лек/	5	2	Опережающее изучение темы,
3.3	Подготовка к лекциям №8, 9. /Ср/	5	2	
3.4	Составление математической модели вихревого энергоразделителя с помощью программы СААМ. Исследование модели вихревого энергоразделителя в программе СААМ /Пр/	5	2	Практическая подготовка
3.5	Составление математической модели цистерны для вязких жидкостей с теплоизолирующим кожухом с помощью программы СААМ. Исследование модели цистерны для вязких жидкостей в программе СААМ. /Пр/	5	2	Практическая подготовка
3.6	Подготовка к практическим занятиям №8, 9. /Ср/	5	4	
3.7	Самостоятельное изучение функциональных возможностей компьютерной программы СААМ /Ср/	5	2	
3.8	Подготовка к тестированию и тестирование по разделам дисциплины /Ср/	5	1	
	Раздел 4. Контактная работа			
4.1	Зачет /КЭ/	5	0,15	
	Раздел 5. Статистические методы в построении моделей систем и процессов			
5.1	Статистические методы сравнения конструкций технических объектов. Применение кластерного анализа к оценке технического состояния объектов. /Лек/	6	2	
5.2	Статистические модели. Моделирование случайных величин с помощью ЭВМ. Метод Монте-Карло. /Лек/	6	2	
5.3	Подготовка к лекциям №10, 11. /Ср/	6	2	
5.4	Метод дерева отказов. Определение вероятности верхнего нежелательного события. /Лек/	6	2	
5.5	Подготовка к лекциям №12, 13. /Ср/	6	2	
5.6	Понятие о системах массового обслуживания (СМО). Разомкнутая и замкнутая СМО. СМО с ограниченной очередью /Лек/	6	2	

5.7	Нахождение характеристик распределения вероятностей случайных величин с помощью различных компьютерных программ. /Лаб/	6	4	Практическая подготовка
5.8	Подготовка к лабораторным работам №1, 2. /Ср/	6	8	
5.9	Моделирование случайных величин с заданным законом распределения вероятностей с помощью различных компьютерных программ. /Лаб/	6	4	Практическая подготовка
5.10	Построение дерева отказов и определение вероятности верхнего нежелательного события. Статистическое моделирование отказа. /Лаб/	6	4	Практическая подготовка
5.11	Подготовка к лабораторным работам №3, 4. /Ср/	6	8	
5.12	Оптимизация планирования технического обслуживания объекта с помощью теории массового обслуживания. Варьирование параметров СМО. /Лаб/	6	4	Практическая подготовка
5.13	Самостоятельное изучение функциональных возможностей компьютерной программы EXCEL /Ср/	6	4	
Раздел 6. Создание и исследование моделей сложных технических объектов с помощью программ автоматизированного проектирования				
6.1	Создание 3-D моделей сложных технических объектов в программах автоматизированного проектирования. /Лек/	6	2	
6.2	Исследование 3-D моделей на статическую и усталостную прочность с помощью метода конечных элементов. /Лек/	6	2	
6.3	Подготовка к лекциям № 14, 15. /Ср/	6	2	
6.4	Тепловые исследования 3-D моделей в программах автоматизированного проектирования. /Лек/	6	2	
6.5	Подготовка к лекциям № 16, 17. /Ср/	6	2	
6.6	Разработка сложного технического объекта на платформе 3-D EXPERIENCE. /Лек/	6	2	
6.7	Исследование характеристик 3-D модели полувагона в SolidWorks /Лаб/	6	4	Практическая подготовка
6.8	Расчеты на статическую и усталостную прочность модели полувагона с помощью метода конечных элементов /Лаб/	6	4	Практическая подготовка
6.9	Подготовка к лабораторным работам №5, 6. /Ср/	6	8	
6.10	Тепловые расчеты модели цистерны для перевозки вязких жидкостей с помощью метода конечных элементов /Лаб/	6	4	Практическая подготовка
6.11	Подготовка к лабораторным работам №7, 8. /Ср/	6	8	
6.12	Прочностные и тепловые расчеты изотермического вагона с помощью метода конечных элементов /Лаб/	6	4	Практическая подготовка
6.13	Выполнение РГР /Ср/	6	17,6	Практическая подготовка
6.14	Подготовка к тестированию и тестирование по разделам дисциплины /Ср/	6	1	
6.15	Самостоятельное изучение функциональных возможностей компьютерной программы SolidWorks /Ср/	6	4	
6.16	Самостоятельное изучение функциональных возможностей платформы 3-D EXPERIENCE /Ср/	6	2	
Раздел 7. Контактные часы на аттестацию				
7.1	Консультация и экзамен /КЭ/	6	2,3	
7.2	Защита РГР /КА/	6	0,4	
5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ				
Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении к рабочей программе дисциплины. Формы и виды текущего контроля по дисциплине (модулю), виды заданий, критерии их оценивания, распределение баллов по видам текущего контроля разрабатываются преподавателем дисциплины с учетом ее специфики и доводятся до сведения обучающихся на первом учебном занятии. Текущий контроль успеваемости осуществляется преподавателем дисциплины (модуля) в рамках контактной работы и самостоятельной работы обучающихся. Для фиксирования результатов текущего контроля может использоваться ЭИОС.				

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)				
6.1. Рекомендуемая литература				
6.1.1. Основная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательс тво, год	Эл. адрес
Л1.1	Голубева Н. В.	Математическое моделирование систем и процессов: учебное пособие для вузов	Санкт- Петербург : Лань, 2021	https://e.lanbook.com/b ook/179611
Л1.2	Балалаев А. Н.	Математическое моделирование систем и процессов: конспект лекций	Самара: СамГУПС , 2022	https://e.lanbook.com/b ook/379250
6.1.2. Дополнительная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательс тво, год	Эл. адрес
Л2.1	Амосов А. А., Дубинский Ю. А., Копченова Н. В.	Вычислительные методы	, 2021	https://e.lanbook.com/b ook/168619? category=915
Л2.2	Литвиненкова З. Н., Осиюк Е. А.	Теория массового обслуживания: учебное пособие	Санкт- Петербург : СПбГУ ГА, 2017	https://e.lanbook.com/b ook/145786
6.2 Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)				
6.2.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения				
6.2.1.1	Microsoft Office			
6.2.1.2	Mathcad			
6.2.1.3	SolidWorks			
6.2.1.4	СААМ			
6.2.1.5	Just Basic			
6.2.2 Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем				
6.2.2.1	Общероссийский математический портал (информационная система) - http://www.mathnet.ru/			
6.2.2.2	Mathcad- справочник по высшей математике - http://www.exponenta.ru/soft/Mathcad/learn/learn.asp/			
6.2.2.3	База бесплатные 3D модели для различных CAD систем www.3dcontentcentral.com			
6.2.2.4	АСПИЖТ			
6.2.2.5	Федеральный портал «Российское образование» (Единое окно доступа к образовательным ресурсам - http://www.edu.ru/			
7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)				

7.1	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения: мультимедийное оборудование для предоставления учебной информации большой аудитории и/или звукоусиливающее оборудование (стационарное или переносное).
7.2	Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения: мультимедийное оборудование и/или звукоусиливающее оборудование (стационарное или переносное)
7.3	Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.
7.4	Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования
7.5	Компьютерный класс для проведения лабораторных работ с персональными компьютерами, кинопроектором и экраном.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Математическое моделирование систем и процессов

(наименование дисциплины(модуля))

Направление подготовки / специальность

23.05.03 ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

(код и наименование)

Направленность (профиль)/специализация

Локомотивы

(наименование)

Содержание

1. Пояснительная записка.
2. Типовые контрольные задания или иные материалы для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих уровень сформированности компетенций.
3. Методические материалы, определяющие процедуру и критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации.

1. Пояснительная записка

Цель промежуточной аттестации – оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине, обеспечивающих достижение планируемых результатов освоения образовательной программы.

Формы промежуточной аттестации: зачет, экзамен (3 курс).

Перечень компетенций, формируемых в процессе освоения дисциплины

Код и наименование компетенции	Код индикатора достижения компетенции
ОПК-1 Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования	ОПК-1.4 Применяет методы математического анализа и моделирования для решения прикладных задач в профессиональной деятельности

Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные материалы (семестры <u>5, 6</u>)
ОПК-1.4 Применяет методы математического анализа и моделирования для решения прикладных задач в профессиональной деятельности	Обучающийся знает: методы математического моделирования, методы теоретического и экспериментального исследования; математические и статистические методы для оценки и анализа показателей безопасности и надежности подвижного состава; методы математического моделирования, реализуемые с помощью стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований.	Вопросы (№1 - №10)
	Обучающийся умеет: применять методы математического моделирования, методы теоретического и экспериментального исследования; использовать математические и статистические методы для оценки и анализа показателей безопасности и надежности подвижного состава; выполнять математическое моделирование процессов и сложных систем на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований.	Задания (№1 - №3)
	Обучающийся владеет: способностью применять методы математического моделирования, методы теоретического и экспериментального исследования; способностью использовать математические и статистические методы для оценки и анализа показателей безопасности и надежности подвижного состава; способностью выполнять математическое моделирование процессов и сложных систем на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования.	Задания (№1 - №3)

Промежуточная аттестация (зачет) проводится в одной из следующих форм:

- 1) собеседование;
- 2) выполнение заданий в ЭИОС СамГУПС.

Промежуточная аттестация (экзамен) проводится в одной из следующих форм:

- 1) ответ на билет, состоящий из теоретических вопросов и практических заданий;
- 2) выполнение заданий в ЭИОС СамГУПС.

2. Типовые¹ контрольные задания или иные материалы для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих уровень сформированности компетенций

2.1 Типовые вопросы (тестовые задания) для оценки знаниевого образовательного результата

Проверяемый образовательный результат:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Образовательный результат
ОПК-1.4 Применяет методы математического анализа и моделирования для решения прикладных задач в профессиональной деятельности	Обучающийся знает: методы математического моделирования, методы теоретического и экспериментального исследования; математические и статистические методы для оценки и анализа показателей безопасности и надежности подвижного состава; методы математического моделирования, реализуемые с помощью стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований.
<i>Примеры вопросов для оценки сформированности компетенции в части «знать»</i> Вопрос 1: В чем сущность системного подхода при моделировании сложных систем? А) сложная система делится на элементы по конструктивным признакам, каждый элемент описывается уравнениями, влияние взаимодействующих элементов заменяется реакциями Б) каждый элемент сложной системы рассматривается отдельно, заменяясь набором стержней, пластин, опор и нагружаясь силами, моментами и реакциями опор В) сложная система разбивается на отдельные части; для каждой части строится элемент модели; при объединении элементов образуется модель Г) формулируется главная цель моделирования сложной системы, исходя из которой при постоянной коррекции с помощью обратных связей 1-го и 2-го рода строятся элементы модели, которые объединяются в математическую модель сложной системы, модель постоянно совершенствуется Вопрос 2: В чем заключается метод "черного ящика" в моделировании реальных объектов или процессов? А) в построении физической модели объекта или процесса, помещающейся в черный ящик стандартных размеров Б) в отражении свойств реального объекта или процесса с помощью полуэмпирических уравнений, частично отражающих физическую природу объекта или процесса В) реальный объект или процесс заменяется математической моделью, состоящей из набора уравнений, никак не отражающих физическую природу объекта или процесса, но позволяющую точно рассчитывать требуемые характеристики Г) в отражении свойств реального объекта или процесса с помощью аналитических выражений, точно отражающих физическую природу объекта или процесса	

¹ Приводятся типовые вопросы и задания. Оценочные средства, предназначенные для проведения аттестационного мероприятия, хранятся на кафедре в достаточном для проведения оценочных процедур количестве вариантов. Оценочные средства подлежат актуализации с учетом развития науки, образования, культуры, экономики, техники, технологий и социальной сферы. Ответственность за нераспространение содержания оценочных средств среди обучающихся университета несут заведующий кафедрой и преподаватель – разработчик оценочных средств.

Вопрос 3: Для решения каких задач применяются сетевые модели (сетевые графики)?

- А) для решения прочностных задач методом конечных элементов
- Б) для решения задачи минимизации числа экспериментов при исследовании физической модели
- В) для решения логистической задачи нахождения оптимального маршрута доставки груза; для определения максимальной по продолжительности цепочки технологических операций среди множества последовательно-параллельных цепочек операций
- Г) для переноса файла изображения при разбиении изображения сеткой, копировании отдельных ячеек сетки, переносе их и последующем соединении в новом файле

Вопрос 4: В чем назначение теории планирования эксперимента?

- А) в проведении опытов над моделью для установления влияния нескольких факторов на интересующую характеристику по оптимальному плану с целью минимизации числа опытов
- Б) в перспективном планировании экспериментов на несколько лет вперед
- В) в проведении машинного эксперимента над математической моделью по заданному плану с целью гарантированного нахождения всех экстремумов интересующей характеристики
- Г) в исследовании физической модели объекта по специальному плану, зависящему от свойств объекта

Вопрос 5: Каким образом случайная величина моделируется с помощью ЭВМ?

- А) область определения случайной величины разбивается с помощью ЭВМ на элементарные области, в каждой области случайная величина аппроксимируется произвольными уравнениями по методу наименьших квадратов
- Б) область определения случайной величины разбивается с помощью ЭВМ на отдельные части; для каждой части строится нормальный закон с характеристиками, наиболее точно отражающими значения моделируемой случайной величины в данной области; при объединении всех распределений образуется статистическая модель случайной величины
- В) функция RND воспроизводит на ЭВМ случайную величину, равномерно распределено на отрезке $[0;1]$ по этим числам рассчитывается случайная величина со стандартным нормальным распределением, по которой находится случайная величина с нормальным законом распределения и известными значениями математического ожидания и дисперсии
- Г) формулируется главная цель моделирования случайной величины, составляются требования к модели, исходя из которых с помощью тригонометрических рядов на ЭВМ строятся элементы модели, с помощью обратных связей 1-го и 2-го рода уточняются коэффициенты тригонометрических рядов

Вопрос 6: В чем заключается метод ХИ-квадрат?

- А) в суммировании квадратов разности между случайной величиной и ее математическим ожиданием
- Б) в суммировании по нескольким значениям случайной величины квадратов разности между частотой этой величины и вероятностью этой величины, рассчитанной по одному из нескольких теоретических законов распределения случайных величин, для дальнейшего использования выбирается тот теоретический закон распределения, у которого данная сумма оказывается меньше
- В) в моделировании опытной случайной величины распределением Стюдента
- Г) в суммировании квадратов разности между случайной величиной и ее среднеквадратическим отклонением

Вопрос 7: В чем сущность метода Монте-Карло?

- А) с помощью генератора случайных чисел получается несколько случайных чисел с равномерным распределением, по специальным формулам перехода они преобразуются в случайные числа, подчиненные заданному распределению с заданными характеристиками
- Б) случайная величина в виде дискретного сигнала представляется в виде суммы гармоник, параметры каждой гармоники вычисляются прямым преобразованием Фурье, а сумма гармоник - обратным преобразованием Фурье
- В) находится сумма квадратов разности вероятностей опытной случайной величины и случайной величины с одним из заданных законов распределения, выбирается то распределение, у которого данная сумма меньше

Г) для выборки случайной величины подсчитывается ее среднеарифметическое значение (математическое ожидание), дисперсия находится как сумма произведений частоты случайной величины на квадрат разности случайной величины и ее математического ожидания

Вопрос 8: В чем назначение метода дерева отказов?

- А) составить иерархии причин, приводящих к нежелательному событию, с целью выявления наиболее вредных следствий
- Б) установить логические связи между причинами, выявить первопричины, определить вероятность верхнего нежелательного события по вероятностям первопричин
- В) составить алгебраические связи между первопричинами и их следствиями
- Г) определить статистические связи между верхним нежелательным событием и его следствиями

Вопрос 9: Что изучает теория массового обслуживания?

- А) условия повышения производительности труда при техническом обслуживании подвижного состава
- Б) спрос на средства массовой информации
- В) браки и ошибки при техническом обслуживании подвижного состава
- Г) закономерности функционирования систем, удовлетворяющих массовый спрос и закономерности образования очередей

Вопрос 10: В чем сущность метода конечных элементов в расчетах на статическую прочность технического объекта?

- А) весь объем твердотельной модели технического объекта делится на элементы малого размера с помощью объемной сетки, для соседних узлов которой составляются зависимости между силой и перемещением, общая система уравнений решается при задании граничных условий (видов закрепления и нагружения технических объектов)
- Б) сборочная единица технического объекта делится на отдельные детали или части деталей (конечные элементы), каждая деталь исследуется на статическую прочность отдельно при отбрасывании всех остальных с заменой действующих от них сил на ответные реакции
- В) технический объект разделяется на элементы по их функциональному назначению, каждый элемент рассчитывается на статическую прочность при условии выполнения им его заданной функции в составе технического объекта
- Г) весь объем технического объекта делится на микроскопические части одинакового объема (конечные элементы), каждая из которых рассчитывается на статическую прочность отдельно при отбрасывании остальных и учете их воздействий

2.2 Типовые задания для оценки навыкового образовательного результата

Проверяемый образовательный результат:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Образовательный результат
ОПК-1.4 Применяет методы математического анализа и моделирования для решения прикладных задач в профессиональной деятельности	Обучающийся умеет: применять методы математического моделирования, методы теоретического и экспериментального исследования; использовать математические и статистические методы для оценки и анализа показателей безопасности и надежности подвижного состава; выполнять математическое моделирование процессов и сложных систем на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований.
	Обучающийся владеет: способностью применять методы математического моделирования, методы теоретического и экспериментального исследования; способностью использовать математические и статистические методы для оценки и анализа показателей безопасности и надежности подвижного состава; способностью выполнять

	математическое моделирование процессов и сложных систем на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования.
<i>Примеры комплексных заданий для оценки сформированности компетенции в части «уметь» и «владеть»</i>	
Задание 1. Составить алгоритм построения сетевого графика технологического процесса ремонта единицы подвижного состава	
Задание 2. Составить алгоритм построения дерева отказов (ползун на поверхности катания колесной пары) и определения вероятности верхнего нежелательного события	
Задание 3. Показать на примере 3-D модели любого технического объекта возможности программы SolidWorks по определению напряженно-деформированного состояния в исследовании статической прочности	

2.3. Перечень вопросов для подготовки обучающихся к промежуточной аттестации (зачету)

1. Понятие о системном подходе при моделировании объектов
2. Классический подход при моделировании объектов
3. Классификация методов моделирования.
4. Понятие об имитационном моделировании.
5. Понятие об аналоговом моделировании объектов
6. Нахождение определенного интеграла численными методами.
7. Решение уравнений численными методами (метод итераций, метод дихотомии)
8. Нахождение экстремума функции численными методами (метод Ньютона, метод координатного спуска)
9. Метод Симпсона при численном интегрировании
10. Метод трапеций при численном интегрировании
11. Метод прямоугольников при численном интегрировании
12. Решение уравнений методом дихотомии (деления отрезка пополам)
13. Нахождение экстремума функции методом координатного спуска
14. Определение критического пути с помощью сетевого графика
15. Нахождение резервов времени при сетевом планировании работ
16. Понятие об оптимизационных задачах.
17. Методы нахождения экстремума.
18. Назначение теории планирования эксперимента
19. Основные понятия теории планирования эксперимента.
20. Построение оптимального плана эксперимента.
21. Назначение функции регрессии в теории планирования эксперимента.
22. Модель технического обслуживания подвижного состава
23. Модель работы ремонтного депо
24. Моделирование системы «рельсовый экипаж - среда»
25. Методы определения оптимальной периодичности плановых ремонтов.
26. Понятие о сетевом планировании работ.
27. Корреляционный анализ зависимости между объектами и процессами.
28. Применение кластерного анализа к оценке технического состояния объектов.
29. Моделирование процессов помощью системы визуального аналогового программирования СААМ.
30. Привести примеры задач в профессиональной деятельности ремонта и технического обслуживания подвижного состава железных дорог, которые можно решать с помощью программ аналогового визуального программирования
31. Привести примеры оптимизационных задач в профессиональной деятельности ремонта и технического обслуживания подвижного состава железных дорог

2.4. Перечень заданий для подготовки обучающихся к промежуточной аттестации (зачету)

1. Составить алгоритм построения модели надежности вагона в эксплуатации с целью определения оптимальной длины гарантийного участка, дать названия элементам алгоритма
2. Составить алгоритм построения модели надежности локомотива в эксплуатации с целью определения оптимальной длины плеча, дать названия элементам алгоритма
3. Составить алгоритм построения сетевого графика технологического процесса деповского ремонта вагона и определения резервов времени
4. Составить алгоритм построения сетевого графика технологического процесса ремонта локомотива и определения резервов времени
5. Составить алгоритм построения модели деповского ремонта вагона с целью определения предельной годовой программы ремонта
6. Составить алгоритм поиска оптимального соотношения исходных параметров (факторов) для обеспечения экстремума функции отклика с помощью теории планирования эксперимента
7. Составить алгоритм расчетного нахождения оптимального соотношения исходных параметров (факторов) для обеспечения экстремума функции отклика с помощью метода координатного спуска
8. Составить алгоритм построения модели системы технического обслуживания грузовых вагонов с целью определения оптимальной периодичности плановых ремонтов
9. Составить алгоритм построения модели системы технического обслуживания локомотива с целью определения оптимальной периодичности плановых видов технического обслуживания
10. Составить математическую модель вихревого энергоразделителя с помощью инструментов программы СААМ
11. Составить математическую модель цистерны для вязких жидкостей с теплоизолирующим кожухом с помощью инструментов программы СААМ
1. Показать на примере 3-D модели любого технического объекта возможности программы SolidWorks по определению коэффициента запаса усталости, предварительно составив алгоритм исследования усталостной прочности
2. Показать на примере 3-D модели любого технического объекта возможности программы SolidWorks по проведению теплового исследования

2.5. Перечень вопросов для подготовки обучающихся к промежуточной аттестации (экзамену)

1. Нахождение математического ожидания и дисперсии случайных величин
2. Каким образом случайная величина моделируется с помощью ЭВМ?
3. Назначение функции RND при статистическом моделировании
4. В чем цель создания 3-D моделей сложных технических объектов?
5. Какие существуют программы автоматизированного проектирования?
6. В чем разница между «легкой», «средней» и «тяжелой» САПР при создании 3-D моделей сложных технических объектов?
7. В чем цель исследования 3-D моделей технических объектов на статическую прочность?
8. В чем цель исследования 3-D моделей технических объектов на усталостную прочность?
9. В чем назначение метода конечных элементов?
10. В каких задачах используется метод конечных элементов?
11. В каких случаях применяется метод статистического моделирования?
12. Понятие о методе Монте-Карло.
13. В чем цель тепловых исследований 3-D моделей сложных технических объектов?
14. Что является граничными условиями метода конечных элементов в тепловых исследованиях?
15. Какие возможности моделирования теплопередачи имеются в SolidWorks Simulation?
16. Какие возможности расчета статической прочности узлов и деталей имеются в SolidWorks Simulation?
17. Какие возможности расчета усталостной прочности узлов и деталей имеются в SolidWorks Simulation?
18. Понятие о методе дерева отказов.
19. Как влияют на событие связанные с ним нижерасположенные события, связанные между собой логической связью «И»?
20. Как влияют на событие связанные с ним нижерасположенные события, связанные между собой логической связью «ИЛИ»?
21. Основные понятия теории массового обслуживания

22. Разомкнутая и замкнутая СМО.
23. СМО с ограниченной очередью.
24. Для определения чего используется метод χ^2 (хи-квадрат)?
25. В чем состоит проблема разработки сложных технических объектов?
26. Какие возможности предоставляет платформа 3-D EXPERIENCE в разработке сложных технических объектов?
27. Какие возможности в оптимальном проектировании подвижного состава предоставляет САПР?
28. Какие возможности в оптимизации тепловых процессов при эксплуатации подвижного состава предоставляет SolidWorks Simulation?
29. Моделирование конструкций узлов подвижного состава
30. Применение статистического моделирования количества отцепов вагонов по конкретной неисправности для прогнозирования ресурсов ремонта
31. Использование дерева отказов для оценки эффективности расходования средств на устранение конкретной причины отказа узла вагона
32. Использование расчета системы массового обслуживания для оптимизации процессов технического обслуживания и ремонта подвижного состава

2.6. Перечень заданий для подготовки обучающихся к промежуточной аттестации (экзамену)

1. Составить алгоритм построения дерева отказов (ползун на поверхности катания колесной пары) и определения вероятности верхнего нежелательного события
2. Составить алгоритм построения дерева отказов (обрыв автосцепки) и определения вероятности верхнего нежелательного события
3. Показать возможности программы EXCEL по определению статистических характеристик произвольного набора численных значений
4. Показать возможности программы MathCAD по определению статистических характеристик произвольного набора численных значений
5. Показать возможности программы MathCAD по статистическому моделированию случайной величины на основе произвольного набора численных значений
6. Показать на примере 3-D модели любого технического объекта возможности программы SolidWorks по определению массы объекта и координат центра тяжести
7. Показать на примере 3-D модели любого технического объекта возможности программы SolidWorks по определению напряженно-деформированного состояния в исследовании статической прочности
8. Показать на примере 3-D модели любого технического объекта возможности программы SolidWorks по определению коэффициента запаса усталости, предварительно составив алгоритм исследования усталостной прочности
9. Показать на примере 3-D модели любого технического объекта возможности программы SolidWorks по проведению теплового исследования

3. Методические материалы, определяющие процедуру и критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

Критерии формирования оценок по ответам на вопросы, выполнению тестовых заданий для текущего контроля

- оценка «**отлично**» выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на вопросы составляет 100 – 90% от общего объема заданных вопросов;
- оценка «**хорошо**» выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на вопросы – 89 – 76% от общего объема заданных вопросов;
- оценка «**удовлетворительно**» выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на тестовые вопросы – 75–60 % от общего объема заданных вопросов;
- оценка «**неудовлетворительно**» выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов – менее 60% от общего объема заданных вопросов.

Расчетно-графическая работа

Тема расчетно-графической работы: «Сетевая модель технологического процесса ремонта подвижного состава».

Выполняя контрольную работу согласно заданному варианту, студенты должны дать описание построения сетевого графика технологических операций ремонта единицы подвижного состава и провести расчет следующих параметров:

- 1) определить цепочку критического пути, представленную в кодах операций;
- 2) величину критического пути в часах;
- 3) величину раннего начала, раннего окончания, позднего начала и позднего окончания каждой операции;
- 4) величины полного и свободного резервов времени.

В выводах по работе следует дать обоснованные рекомендации по переводу исполнителя, обладающего максимальным свободным резервом времени на «ручные» операции критического пути.

Типовые задания к расчетно-графической работе

1. Варианты заданий для сетевой модели деповского ремонта универсального полувагона.

В таблице приведено среднее время выполнения технологических операций ремонта универсального полувагона в часах

№ операции	Варианты													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	0.2	0.3	0.1	0.3	0.2	0.1	0.2	0.3	0.1	0.2	0.3	0.2	0.1	0.3
2	0.5	0.6	0.7	0.6	0.5	0.7	0.6	0.5	0.6	0.7	0.5	0.6	0.7	0.6
3	0.8	0.7	0.9	0.8	0.7	0.9	0.8	0.7	0.8	0.9	0.7	0.8	0.8	0.7
4	0.4	0.5	0.6	0.5	0.7	0.4	0.6	0.5	0.7	0.4	0.5	0.6	0.7	0.4
5	0.8	0.9	0.7	0.9	0.8	0.7	0.8	0.9	0.8	0.7	0.8	0.9	0.8	0.7
6	0.6	0.5	0.7	0.6	0.7	0.5	0.6	0.5	0.6	0.7	0.6	0.5	0.6	0.5
7	0.3	0.4	0.5	0.4	0.3	0.4	0.5	0.4	0.3	0.4	0.3	0.4	0.5	0.4
8	1.3	1.1	1.2	1.3	1.0	1.2	1.1	1.2	1.3	1.1	1.2	1.0	1.1	1.2
9	1.3	1.4	1.2	1.5	1.4	1.3	1.2	1.5	1.2	1.3	1.4	1.2	1.5	1.3
10	2	1.8	1.9	1.5	1.6	1.7	1.9	1.8	2.0	1.9	1.8	1.7	1.6	1.5
11	0.1	0.2	0.3	0.1	0.2	0.3	0.1	0.2	0.3	0.1	0.2	0.3	0.2	0.1
12	0.7	0.6	0.8	0.6	0.7	0.8	0.6	0.7	0.6	0.8	0.6	0.7	0.8	0.7
13	0.6	0.7	0.5	0.6	0.7	0.5	0.6	0.5	0.6	0.7	0.6	0.5	0.6	0.7
14	0.6	0.5	0.7	0.5	0.6	0.5	0.7	0.5	0.6	0.5	0.7	0.5	0.6	0.7
15	1.2	1.1	1.0	1.1	1.2	1.2	1.1	1.0	1.1	1.2	1.0	1.1	1.2	1.1
16	1.4	1.3	1.2	1.4	1.3	1.2	1.3	1.4	1.3	1.2	1.3	1.4	1.2	1.3
17	0.5	0.6	0.5	0.6	0.5	0.6	0.5	0.6	0.5	0.6	0.5	0.6	0.5	0.6
18	0.5	0.7	0.6	0.5	0.6	0.7	0.5	0.6	0.7	0.6	0.7	0.5	0.6	0.5
19	0.8	0.7	0.9	0.8	0.7	0.8	0.9	0.8	0.7	0.8	0.9	0.8	0.7	0.8

Для «ручных» операций (не механизированных и автоматизированных) значение продолжительности работ моделируется по методу Монте-Карло для нормального закона распределения случайной величины, причем, среднеквадратичное отклонение принимается равным 25% от средней продолжительности работы. Решение ведется в среде Just BASIC v2.0.

Контрольные вопросы к защите расчетно-графической работы

1. Показать в программе: как вводится время выполнения технологических операций деповского ремонта подвижного состава.
2. Показать в программе: как определяются технологические простои и критический путь.

3. Составить в виде блок-схемы алгоритм построения сетевого графика технологического процесса деповского ремонта подвижного состава.
4. Показать в программе: как были определены «фиктивные» операции на сетевом графике технологического процесса деповского ремонта полувагона.
5. Какими математическими методами рассчитывается сетевой график? Показать в программе алгоритм этих методов.
6. Дать определение «критического пути», показать в программе алгоритм его нахождения.

Критерии формирования оценок по выполнению расчетно-графической работы

«Отлично/зачтено» – ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов в соответствии с заданием, выданным для выполнения расчетно-графической работы. Обучающийся полностью владеет информацией, представленной в расчетно-графической работе, терминологией, нормативными документами. Способен провести анализ полученных результатов при выполнении расчетно-графической работы.

«Хорошо/зачтено» – ставится за работу, выполненную в соответствии с заданием, выданным для выполнения расчетно-графической работы, без существенных ошибок, но с недочетами. Обучающийся владеет основной информацией, представленной в расчетно-графической работе, терминологией, нормативными документами. При проведении анализа полученных результатов расчетно-графической работы допустил незначительные ошибки и неточности.

«Удовлетворительно/зачтено» – ставится за работу, выполненную в соответствии с заданием, выданным для выполнения расчетно-графической работы, с существенными ошибками, но не приведшими к неправильным выводам. Обучающийся владеет большей частью информации, представленной в расчетно-графической работе, терминологией, нормативными документами. При проведении анализа полученных результатов расчетно-графической работы допустил существенные ошибки.

«Неудовлетворительно/не зачтено» – ставится за работу, выполненную не в соответствии с заданием, или выполненную в соответствии с заданием, но с грубыми ошибками, повлиявшими на правильность выводов. Обучающийся не владеет информацией, представленной в расчетно-графической работе, терминологией, нормативными документами. При проведении анализа полученных результатов расчетно-графической работы допустил грубые ошибки.

Критерии формирования оценок по результатам выполнения заданий

«Отлично/зачтено» – ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов.

«Хорошо/зачтено» – ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов.

«Удовлетворительно/зачтено» – ставится за работу, если обучающийся правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой ошибки и двух недочетов.

«Неудовлетворительно/не зачтено» – ставится за работу, если число ошибок и недочетов превысило норму для оценки «удовлетворительно» или правильно выполнено менее 2/3 всей работы.

Виды ошибок:

- *грубые ошибки: незнание основных понятий, правил, норм; незнание приемов решения задач; ошибки, показывающие неправильное понимание условия предложенного задания.*
- *негрубые ошибки: неточности формулировок, определений; нерациональный выбор хода решения.*
- *недочеты: нерациональные приемы выполнения задания; отдельные погрешности в формулировке выводов; небрежное выполнение задания.*

Критерии формирования оценок по зачету

«Зачтено» - обучающийся демонстрирует знание основных разделов программы дисциплины: его базовых понятий, определений, основных проблем и методов их решения; приобрел необходимые умения и навыки, освоил вопросы практического применения полученных знаний, не допустил грубых

ошибок при ответе, достаточно последовательно излагает материал, допуская только незначительные неточности и нарушения последовательности изложения.

«Не зачтено» - выставляется, если обучающийся демонстрирует фрагментарные знания основных разделов изучаемой дисциплины; у обучающегося слабо выражена способность к самостоятельному аналитическому мышлению, имеются затруднения в изложении материала; отсутствуют необходимые умения и навыки; допущены грубые ошибки и незнание терминологии; неспособность отвечать на дополнительные вопросы, знание которых необходимо для получения положительной оценки.

Критерии формирования оценок по экзамену

«Отлично/зачтено» – студент приобрел необходимые умения и навыки, продемонстрировал навык практического применения полученных знаний, не допустил логических и фактических ошибок

«Хорошо/зачтено» – студент приобрел необходимые умения и навыки, продемонстрировал навык практического применения полученных знаний; допустил незначительные ошибки и неточности.

«Удовлетворительно/зачтено» – студент допустил существенные ошибки.

«Неудовлетворительно/не зачтено» – студент демонстрирует фрагментарные знания изучаемого курса; отсутствуют необходимые умения и навыки, допущены грубые ошибки.