МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
(РУТ (МИИТ)

Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
высшего образования - программа специалитета
по специальности
23.05.03 Подвижной состав железных дорог,
утвержденной первым проректором ФГАОУ ВО
РУТ (МИИТ) Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Надёжность вагонов и систем

Специальность: 23.05.03 Подвижной состав железных дорог

Специализация: Пассажирские вагоны

Форма обучения: Очно-заочная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде электронного документа выгружена из единой корпоративной информационной системы управления университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная ФГАОУ ВО РУТ (МИИТ)
ID подписи: 11182
Подписал: заведующий кафедрой Козлов Максим Владимирович
Дата: 01.09.2026

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения учебной дисциплины является изучение основ теории надёжности, а также формирование компетенций в области надёжности, необходимых для качественного проектирования, изготовления, ремонта, эффективной эксплуатации рельсового нетягового подвижного состава, испытаниях, модернизации вагонов, организации вагонного и пассажирского вагонного хозяйств, при разработке средств и путей повышения эксплуатационных и ремонтных характеристик (экономичности, надёжности, долговечности, безопасности, качества ремонта) для следующих типов задач профессиональной деятельности:

производственно-технологической;

организационно-управленческой;

проектной;

научно-исследовательской.

Задачи дисциплины - получение знаний, умений и навыков (в соответствии с типами задач профессиональной деятельности):

производственно-технологической:

- использование типовых методов расчёта надёжности элементов вагонов и их систем, анализ брака и выпуска некачественной продукции; разработка методов расчёта надёжности, технического контроля и испытаний продукции, оценка качества продукции;

организационно-управленческой

- оценка производственных и непроизводственных затрат или ресурсов на обеспечение качества технического обслуживания, текущего отцепочного ремонта и плановых видов ремонта подвижного состава, менеджмента качества, оцена производственного потенциала предприятия на основе теории надёжности, вероятностный анализ отказов, прогнозировае отказов, оценка показателей безопасности на основе эксплуатационной информации;

проектной:

- разработка технических требований, технических заданий и технических условий на проекты технологических машин, рельсового нетягового подвижного состава, его узлов или систем, технологических процессов по показателям надёжности, организация экспериментов и обработка результатов испытаний на надёжность с использованием средств автоматизации и информационных технологий;

научно-исследовательской:

- научные исследования в области эксплуатации и производства вагонов, интерпретации и вероятностного моделирования отказов и процесса

эксплуатации на основе теории надёжности с формулировкой аргументированных умозаключений и выводов; поиск и проверка новых технических решений по совершенствованию подвижного состава и системы поддержания надёжности в эксплуатации (системы технического обслуживания и ремонта); разработка планов, программ и методик проведения исследований надёжности, анализ их результатов.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

ОПК-2 - Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности;

ПК-4 - Способен формулировать и решать научно- технические задачи применительно к объектам подвижного состава и технологическим процессам;

ПК-10 - Имеет навык определять показатели безопасности при эксплуатации пассажирских вагонов.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

Знать:

методы оценки показателей безопасности вагонов, как технической системы;

нормативные документы, регламентирующие применение теории надёжности в технике;

нормативные документы, по безопасности движения, управлению рисками, системы КАСАНТ;

правила и способы сбора первичной статистической информации при эксплуатации подвижного состава, способы организации испытаний на надёжность и особенности их планирования;

особенности планов испытаний на надёжность и их обозначения;

правила проведения испытаний на надёжность;

способы получения первичной информации о надёжности вагонов;

особенности применения теории вероятностей в инженерных расчётах;

особенности детерминированных и вероятностных моделей;

типовую задачу надёжности;

основные теоремы, положения теории вероятностей, используемые в теории надёжности;

понятийный аппарат теории надёжности, классификацию отказов, единичные свойства надёжности, сущность показателей надёжности;

математический аппарат, применяемый для моделирования надёжности;

методы оценки надёжности вагона, как технической системы;

показатели качества, определяемые на основе статистической информации об отказах и понимать проблемы при их определении;

методы формирования расчётной схемы системы;

классификацию систем;

метод структурных схем для оценки надёжности системы;

метод перебора состояний систем;

логические методы, метод путей и сечений, разложения по базовому элементу;

метод дерева событий и дерева отказов.

Уметь:

использовать существующие методы сбора первичной статистической информации об отказах;

получать первичную информацию для оценки показателей надёжности;

обрабатывать первичную статистическую информацию об отказах вагонов и систем;

использовать вероятностный подход при описании событий (отказов);

использовать вероятностные модели, законы распределения случайных величин;

применить на практике методы получения законов распределения случайных величин и их числовых характеристик;

применять методику проверки однородности выборки и приведения её к однородной;

определять надёжность систем с приводимой структурной схемой;

обоснованием математических моделей надёжности деталей и узлов вагонов;

переходить от древовидной структуры события к двухполюсному представлению;

анализировать надёжность системы;

обосновать математические модели надёжности деталей и узлов подвижного состава;

оценивать единичные и комплексные показатели надёжности;

прогнозировать показатели надёжности вагонов;

определять точечные оценки параметров моделей надёжности неремонтируемых изделий;

определять интервальные оценки параметров вероятностных моделей отказов;

применять критерии согласия;

определить показатели безопасности конструкции с использованием вероятного подхода на примере вагона;

в соответствии с нормативными документами ОАО «РЖД» получать модель эксплуатации вагона и его систем.

Владеть:

навыком оценки остаточного ресурса деталей и конструкции;

навыком оценки предельных размеров износов и трещин;

нываком выделять опасные отказов;

навыком получения вероятностных моделей опасных отказов;

навыком оценки рисков опасных отказов;

навыком оценки показателей безопасности вагона;

навыком применения метода управления рисками;

навыком оценки функционирования активных и пассивных систем безопасности;

навыком опредления требований к надёжности и безопасности вагонов и систем,

навыком оценки согласованности моделей надёжности и эмпирических законов распределений;

навыком работы с вероятностными моделями;

навыком сбора первичной статистической информации и оценки показателей надёжности.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 7 з.е. (252 академических часа(ов).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов	
	Всего	Семестр

		№9	№10
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	96	48	48
В том числе:			
Занятия лекционного типа	48	16	32
Занятия семинарского типа	48	32	16

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 156 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

4. Содержание дисциплины (модуля).

4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	Введение Рассматриваемые вопросы: - цели и задачи дисциплины; - рекомендуемая литература; - порядок проведения текущей и промежуточной аттестации; - рекомендации по освоению дисциплины; - план самостоятельной работы студента.
2	Понятия теории надёжности. Место теории надёжности среди других дисциплин и её особенности Рассматриваемые вопросы: - классическая проблемная технико-экономическая задача надёжности; - детерминированные, вероятностные и стахостически неопределимые модели; - вопросы надёжности при решении практических задач; - история становления и развития; - объекты исследований в области надёжности; - современные направления исследований надёжности.
3	Понятия теории надёжности. Классификация понятий теории надёжности Рассматриваемые вопросы: - классификация понятий теории надёжности; - регламентирующие документы и стандарты в области надёжности;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- объекты надёжности; - состояния объектов и схема переходов состояний.
4	Понятия теории надёжности. Классификация отказов Рассматриваемые вопросы: - классификация отказов; - предпосылки отказов (проектно-конструкторские, производственно-технологические, эксплуатационные); - признаки классификации и виды отказов.
5	Понятия теории надёжности. Понятие надёжности объекта Рассматриваемые вопросы: - понятие надёжности; - определение термина "надёжность" по ГОСТ; - влияние факторов эксплуатации, качества проектирования на надёжность; - пример ошибок при проектировании (избыточные связи в механике); - уточнённое определение "надёжности"; - понятия эксплуатация, выходной параметр, грубые ошибки проектирования и изготовления.
6	Понятия теории надёжности. Классификация показателей надёжности. Показатели единичных свойств Рассматриваемые вопросы: - классификация показателей надёжности; - безотказность, показатели безотказности, количественные характеристики безотказности; - долговечность, показатели долговечности, количественные характеристики долговечности.
7	Понятия теории надёжности. Показатели единичных свойств и комплексные показатели Рассматриваемые вопросы: - ремонтопригодность, показатели ремонтопригодности, количественные характеристики ремонтопригодности; - сохраняемость, показатели сохраняемости, количественные характеристики сохраняемости; - понятие "комплексные показатели надёжности"; - коэффициент готовности и его стационарное выражение; - коэффициент оперативной готовности; - коэффициент сохранения эффективности.
8	Понятия теории надёжности. Задачи надёжности на разных этапах жизненного цикла изделия. Связь показателей надёжности и безопасности Рассматриваемые вопросы: - стадии жизненного цикла конструкций; - проблемы и задачи теории надёжности на эта проектирования, изготовления и испытаний опытной партии, производства, использования по назначению, технического обслуживания и ремонта; - показатели функциональной безопасности; - классификация нарушений безопасности на железнодорожном транспорте; - понятие опасный отказ, описание опасных отказов; - показатели безопасности объектов, количественные характеристикии безопасности.
9	Вероятностные модели надёжности. Вероятностные модели надёжности. Вероятностные модели надёжности. Модели надёжности неремонтируемых изделий Рассматриваемые вопросы: - классификация изделий (простейшая); - ремонтируемые, неремонтируемые, восстанавливаемые, невосстанавливаемые изделия; - групповые и индивидуальные показатели надёжности; - равномерное распределение. Область применения. Вид модели, параметр модели. Особенности

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	модели; - экспоненциальное (показательное) распределение. Область применения. Вид модели, параметр модели. Особенности модели.
10	Вероятностные модели надёжности. Вероятностные модели надёжности неремонтируемых изделий Рассматриваемые вопросы: - нормальное распределение. Область применения. Вид модели, параметры модели. Особенности модели. Нормализованное нормальное распределение. Пример обоснования модели отказа подшипников; - логарифмически-нормальное распределение. Область применения. Вид модели, параметры модели. Особенности модели; - закон распределения Рэлея. Область применения. Вид модели, параметр модели. Особенности модели; - закон распределения Вейбула-Гнеденко. Область применения. Вид модели, параметры модели. Особенности модели.
11	Обоснование модели отказа неремонтируемых изделий. Модель постепенного износового отказа Рассматриваемые вопросы: - пример обоснования модели отказа подшипников.
12	Вероятностные модели надёжности. Обоснование модели отказа неремонтируемых изделий. Модель усталостных отказов Рассматриваемые вопросы: - пример обоснования модели отказа пятника вагона.
13	Вероятностные модели надёжности. Вероятностные модели надёжности ремонтируемых изделий Рассматриваемые вопросы: - вероятностные модели ремонтируемых изделий. Классификация ремонтируемых элементов вагона; - обобщённая модель эксплуатации. Описание, особенности.
14	Упрощённая модель эксплуатации ремонтируемых изделий Рассматриваемые вопросы: - упрощённая модель эксплуатации. Допущения. Определение числа отказов за время t; - функция распределения для описания отказов ремонтируемых изделий. Функция распределения двух случайных аргументов. Интенсивность отказов, параметр потока отказов, связь с показателями безотказности ремонтируемых восстанавливаемых изделий; - модель эксплуатации деталей типа 2.1.1. Стационарное выражение коэффициента готовности; - реальна модель эксплуатации. Особенности. Коэффициент готовности. Влияние наработки со скрытым отказом на безопасность движения. Пример.
15	Источники первичной информации о надёжности вагонов Рассматриваеые вопросы: - схемы протоклирования, сбора и накопления информации о техническом состоянии вагонов на железнодорожном транспорте; - информационная система ЖТСВ, вагонные учётные формы, классификаторы информационных систем вагонного комплекса; - группы надёжности; - стендовые и ускоренные испытания, форсированные испытания; - математическое моделирование; - испытания на надёжность; - анализ схем. Эталонная схема сбора первичной информации.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
16	Заключение Рассматриваемые вопросы: - обзорная лекция по темам семестра.
17	Статистическое толкование показателей надёжности. Испытания на надёжность.Определительные испытания на надёжность Рассматриваемые вопросы: - испытания на надёжность. Виды испытаний. Программа испытаний; - планы испытаний на надёжность; - определение количества деталй в эксперименте; - классификация выборок; - источники первичной информации.
18	Статистическое толкование показателей надёжности.Класификация выборок. Этапы обработки информации. Предварительная обработка данных Рассматриваемые вопросы: - классификация выборок и связь планами испытании на надёжность. - источники первичной информации; - этапы обработки выборки. Предварительная обработка выборок.
19	Статистическое толкование показателей надёжности. Проверка однородности выборки. Рассматриваемые вопросы: - проверка однородности выборки; - правило трёх сигм; - математическая обработка результатов эксперимента; - точечные оценки парметров законов распределения. Требования к точечным оценкам.
20	Статистическое толкование показателей надёжности. Точечные и интервальные оценки параметров закона распределения наработки до отказа Рассматриваемые вопросы: - математическая обработка результатов эксперимента; - метод максимального правдоподобия. Суть метода. Функция правдоподобия для полной выборки; - интервальные оценки параметров законов распределений. Пример получения доверительных интервалов требуемой точности.
21	Статистическое толкование показателей надёжности. Проверка качества точечных оценок. Критерии согласия Рассматриваемые вопросы: - проверка качества точечных оценок. Критерий Колмогорова. Критерий "хи"-квадрат; - эмпирические фукнции распределения. Единичная функция Хевисайда. Метод Фисшбейна. Метод Джонсона.
22	Статистическое толкование показателей надёжности. Контрольные испытания на надёжность Рассматриваемые вопросы: - контрольные испытания на надёжность. Правила проведения; - метод последовательных испытаний; - метод однократной выборки.
23	Надёжность систем. Понятие системы. Правила построения расчётной схемы системы Рассматриваемые вопросы: - понятие системы. Порядок системы; - правила составления расчётной схемы системы; - классификация элементов;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- классификация связей и классификация систем; - технология построения расчётной схемы системы (вагона).
24	Надёжность систем. Структурные функции систем. Методы оценки надёжности систем. Метод простейших структурных схем Рассматриваемые вопросы: - структурные функции систем. Булевы переменные. Типовые последовательная, параллельная структуры. структура с m исправными из n. Последовательно-параллельные структуры. Параллельно-последовательные структуры; - системы с приводимой и неприводимой структурой; - метод структурных схем. Суть метода. Допущения и ограничения. Типовые структуры.
25	Надёжность систем. Метод перебора состояний Рассматриваемые вопросы: - метод структурных схем. Суть метода. Допущения и ограничения. Типовые структуры; - метод перебора состояний. Технология реализации. Пример применения для структуры с m исправными из 5; - пример применения метода для систем с неприводимой структурой (мостиковой схемы).
26	Надёжность систем. Метод логических схем Рассматриваемые вопросы: - метод логичеких схем. Основные положения алгебры логики; - метод минимальных путей. Технология. Пример мостиковой схемы; - метод минимальных сечений. Технология. Пример мостиковой схемы; - метод разложения по базовому элементу. Технология. Пример.
27	Надёжность систем. Дерево событий Рассматриваемые вопросы: - метод дерева событий (дерева отказов). Правила построения. Условные обозначения и операторы; - соответсвие древовидных и простейших двухполюсных структур; - процедура построения. Пример построения древовидной структуры для электродвигателя.
28	Надёжность систем. Получение функуии надёжности для древовидной структуры Рассматриваемые вопросы: - переход от древовидной структуры с повторяющимися событиями к двухполюсной. Применение метода минимальных сечений. Пример перехода; - использование алгебры логики для древовидной структуры. Структурная схема системы управления автономного рефрижераторного вагона.
29	Надёжность систем. Графовый метод оценки надёжности ремонтируемых систем Рассматриваемые вопросы: - графовый метод. Элементы со многими состояниями; - надёжность ремонтируемых систем. Граф переходов состояний. Пример. Матрица переходов состояний; - марковский случайный процесс. Установившиеся режимы для графов связанной структуры. Рекурентная формула Маркова. Марковские случайные процессы; - система уравнений Колмогорова. Пример применения графового метода для системы с двумя переходами (отказ - восстановление) - ремонтируемых систем. - надёжность систем со многими состояниями. Пример построения модели надёжности электровоздухораспределителя.
30	Связь показателей надёжности и безопасности. Рассматриваемые вопросы: - понятие безопасности. Проблемы; - действующая классификация случаев нарушения безопасности движения поездов на железнодорожном транспорте; - паратер безопасности вагона (обеспечение безопасной эксплуатации вагонов).

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
31	Связь показателей надёжности и безопасности. Управляемые показатели безопасности вагона Рассматриваемые вопросы: - вероятностная модель схода вагона с рельсов. Построение дерева событий. Переход от древовидной к духполюсной структуре. Пример дерева событий относительно столкновения поезда; - концепция глубокоэшелонированной защиты вагона от аварий и крушений; - показатели безопасноси вагона, количественные характеристики безопасности вагона.
32	Заключение Рассматриваемые вопросы: - обзорная лекция по курсу.

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	Работа со статистической информацией об отказах. Применение действующих классификаторов. В результате выполнения работы будут получены знания и сформированы навыки: - применения действующих классификаторов при анализе информации об отказах вагонов; - формирования выборки наработок до отказов в соответсвии со стандартным планом испытаний на надёжность; - построения частотных графиков; - практического исследования зависимости представления частотных грфиков от заданной длины интервалов и вырождения законов распредлеения.
2	Формирование выборок наработок до интересующих отказов в соответсвтии со стандартным планом испытаний на надёжность В результате выполнения работы будут получены знания и сформированы навыки: - формирования выборки наработок до отказов из базы ЖТСВ; - предварительного анализа статистической информации и определения наименее надёжных элементов конструкции; - построения графиков распределений числа отказов между элементами конструкции, узлами, по причинам возникновения; - формирования выборки наработок до отказов (по заданной неисправности) по стандартному плану испытаний на надёжность.
3	Построение эмпирической функции распределения наработок до отказов с помощью единичной фукнции Хевиссайда. Рассматриваемые вопросы: - единичная функция Хевиссайда; - построение экспериментальных функций распределения для полных выборок; - построение экспериментальных функций распределения для неполных однократноусечённых выборок; - построение эмпирической фукнции распределения для заданного отказа.
4	Применение метода максимального правдоподобия для неполной многократно усечённой выборки В результате выполнения работы будут получены знания и сформированы навыки: - применения универсальных программ для определения точечных оценок параметров законов распределения наработок до отказов;

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
	- применения метода максимального правдоподобия для неполных выборок и экспоненциального закона распределения; - получения точечных оценок параметра закона распределения наработки до заданного отказа в предположении экспоненциальности модели отказа.
5	Прмиенение метода максимального правдоподобия для неполной выборки и закона распределения Вейбула-Гнеденко. В результате выполнения работы будут получены знания и сформированы навыки: - применения метода максимального правдоподобия для неполных выборок при законе распределения Вейбула-Гнеденко; - применения универсальных программ для выполнения расчётов; - применения метода сканирования; - применения графического метода решения уравнения при определении параметра формы; - применения метода последовательных приближений; - получения точечных оценок параметров закона распределения для заданной выборки.
6	Построение эмпирических фукнций распредлеения наработок до отказов методом Фисшбейна и Джонсона В результате выполнения работы будут получены знания и сформированы навыки: - построения функция Фисшбейна и технология построения; - построения функция Джонсона и технология построения; - построения эмпирических функций распределения для тестового примера; - построения эмпирических функций распределения для неполной многократноусечённой выборки; - построения эмпирической функции распределения для заданного отказа.
7	Решение практической задачи определения точечных оценок показателей безотказности для заданного отказа В результате выполнения работы будут получены знания и сформированы навыки: - выполнения всех этапов решения задачи получения точечных оценок показателей надёжности на основе статистической информации; - обоснования моделей отказов; - математической обработки результатов эксперимента, получения точечных оценок параметров законов распределения наработки до заданного отказа; - построения эмпирической функции распределения и применения критериев согласия; - получения показателей безотказности.
8	Применение метода максимального правдоподобия для сильно усечённых выборок В результате выполнения работы будут получены знания и сформированы навыки: - применнеия технологии получения точечных оценок показателей надёжности при сильноусечённых выборках.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Определение вероятности событий В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки: - применения основных понятий теории веоятности, используемых в дисциплине; - применения классифиркации событий, понятий меры случайности событий; - применения меры зависимости событий; - применения понятия событие, как подпространство элементарных исходов, вероятность событий; - применения понятия неограничесннное пространство элементарных исходов; - применения понятий частота и вероятность события; - применения теорем о вероятности суммы и произведения событий.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
2	Оптимизация числа холодильных машин автоматизированного рефрижераторного вагона В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки: - применения теорем теории вероятности для оценки вероятности доставки груза; - исследования зависимости вероятности доставки груза от числа холодильных машин; - обоснования оптимального числа холодильных машин АРВ; - применения понятия горячего и холодного резервирования; - обоснования мероприятий для повышения надёжности доставки груза в АРВ.
3	Случайные величины и получение законов распределения В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки: - применения понятий случайной величины и величины, используемых для описания надёжности; - применения понятий дискретных и непрерывных случайных величин; - применения понятия закон распределения случайных величин, видов представления, свойств; - построения ряда распределения, функции распределения, плотности распределения случайных величин.
4	Получение числовых характеритсик случайных величин В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки: - определения числовых характеристик случайных величин и их взаимосвязи, характеристик положения на числовой оси, характеристики расеивания; - определения моды; - определения альфа-квантили случайной величины; - определения медианы распредления; - опрделния матеаического ожидания; - определения момента второго порядка; - определения дисперсии; - определения средне-квадратического отклонения.
5	Примеренеи формулы Байса, формулы полной вероятности и теоремы о повторении опытов для решения проблемных практических задач В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки: - применения формулы полной вероятности, использования её в надёжности; - применения теоремы Байеса, её использования; - применения теоремы о повторении опытов, её использования; - применения понятия биномиального коэффициента и биномиального распределения.
6	Моделирование выборочного контроля технического состояния В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки: - исследования проблемы качества выборочного контроля на основе замечательных теорем теории вероятностей; - решения проблемной задачи по определению среднего числа дефектных деталей принятых контролёром при проведении выборочного контроля; - применения правил выборочного контроля вагонных деталей (по стандартам).
7	Моделирование сплошного контроля технического состояния В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки: - применения теории вероятностей для оценки качества сплошного контроля качества.
8	Анализ ремонтопригодности вагона применительно к текущему техническому содержанию В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки: - анализа требований нормативной документации к колёсным парам вагонов в условиях эксплуатации; - применения нормативной документации по эксплуатации вагонов; - применения классификации отказов колёсных пар вагонов;

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	- анализа ремонтопригодности по назначению колёсной пары по остроконечному накату гребня при использовании вагона; - анализа ремонтопригодности при использовании вагона и определение направлений и мероприятий для её повышения на примере колёсных пар.
9	Оценка ремонтопригодности вагона применительно к ремонту крупного обдъёма (деповскому и капительному) В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки: - поиска требований в нормативной документации к колёсным парам вагонов при плановом ремонте; - применения нормативной документации по ремонту колёсных пар; - анализа ремонтопригодности по назначению колёсной пары по остроконечному накату гребня в условиях планового ремонта; - анализа ремонтопригодности в условиях планового ремонта и определение направлений и мероприятий для её повышения на примере колёсных пар.
10	Моделирование работы системы контроля нагрува букс и выбор оптимальной схемы В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки: - применения теории вероятностей при анализе работы бортовых систем безопасности вагонов; - решения проблемной задачи: выбора оптимальной схемы СКНБ; - формирования предложений для повышения безопасности вагонов.
11	Оценка остаточного ресурса деталей, безотказно проработавших время t. В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки: - расчётного обоснования долговечности подшипников типовой буксы. Расчётных методов определения показателей надёжности; - оценки остаточного ресурса с использованием вероятностных моделей надёжности неремонтируемых изделий; - оценки остаточного ресурса при законе распределения Вейбула-Гнеденко; - построения плана контролей технического состояния вагона при обеспечении требуемого уровня надёжности в межремонтный период.
12	Моделирование плана контроля технического состояния деталей при различных моделях отказов В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки: - оценки остаточного ресурса при экспоненциальном распеределении; - построения плана контролей технического состояния вагона при обеспечении требуемого уровня надёжности в межремонтный период.
13	Применение нормального нормализованного закона распределения В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки: - применения нормализованного нормального распределения при решении практических задач; - построения плана контролей технического состояния вагона при обеспечении требуемого уровня надёжности в межремонтный период.
14	Исследование проблемной задачи. Оптимизация распределения надёжности между элементами вагонных конструкций. В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки: - применения метода динамического программирования при решении проблемной задачи; - формирования требований к надёжности элементов вагонных конструкций для обеспечения требуемой безотказности вагона.
15	Генерирование случайных величин, подчиняющихся различным законам распределения. В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки:

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	- применения теоремы для генерации случайных величин, имеющих заданный закон распределения; - генерации случайных величин с заданными параметрами; - исследования влияния объёма выборки на числовые характеристики сгенерированных случайных величи (закон больших чисел).
16	Анализ требований к надёжности элементов вагонных конструкций, заложенных в нормативно-технической документации В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки: - анализа государственных стандартов на детали и узлы вагонов в части требований к надёжности; - определения перечня нормируемых показателей надёжности и других требований качества изделий; - опредения порядка контроля заложенных показателй надёжности.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Изучение дополнительной литературы по вопросам, вызвавшим затруднения в ходе входного контроля знаний.
2	Изучение рекомндуемой литературы и работа с конспектом лекций.
3	Подготовка к лабораторным занятиям
4	Подготовка к практическим занятиям.
5	Подготовка к промежуточной аттестации.
6	Подготовка к текущему контролю.

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Анисимов, П.С. Испытания вагонов : монография / П. С. Анисимов. — Москва : Издательство "Маршрут", 2004. — 197 с. — 5-89035-152-4.	https://umczdt.ru/read/155718/?page=1. (дата обращения: 14.04.2024). Текст электронный
2	Котуранов, В.Н. Вагоны. Основы конструирования и экспертизы технических решений : учебное пособие / В. Н. Котуранов, А. П. Азовский, Е. В. Александров, В. . Кобищанов, В. П. Лозбинев, М. Н. Овечников, Б. Н. Покровский, В. И. Светлов, А. А. Юхневский. — Москва : Издательство "Маршрут", 2005. — 490 с. — 5-89035-256-3.	https://umczdt.ru/read/18637/?page=1. (дата обращения: 14.04.2024) -Текст электронный.
3	Воробьев, А.А. Надежность подвижного состава : учебник / А. А. Воробьев, А. В.	https://umczdt.ru/read/2447/?page=1 (дата обращения: 12.04.2024). Текст электронный.

	Горский, А. Д. Пузанков, А. В. Скребков, В. А. Четвергов, С. В. Швецов. — Москва : ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2017. — 301 с. — 978-5-89035-978-0.	

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

Электронно-библиотечная система Научно-техническая библиотека РУТ МИИТ (http://library.miit.ru/);

Информационно-справочный портал Проект Российской государственной библиотеки для молодежи (http://www.library.ru/);

Информационный портал нормативных документов ОАО «РЖД» (http://rzd.ru/);

База нормативных документов (ГОСТ) (https://docs.cntd.ru/document/);

Электронно-библиотечная система IPRbooks (http://www.iprbookshop.ru);

Общие информационные, справочные и поисковые системы «Консультант Плюс», «Гарант»;

Образовательная платформа «Юрайт» (https://urait.ru/);

Электронно-библиотечная система издательства «Лань» (http://e.lanbook.com/);

Электронно-библиотечная система «BOOK.ru» (http://www.book.ru/);

Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» (http://www.znanium.com/).

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

1. Операционная система Microsoft Windows;
2. Microsoft Internet Explorer (или другой браузер);
3. Microsoft Office 365;
4. Система автоматизированного проектирования Компас;
5. Специализированная программа Mathcad.

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, оснащенные компьютерной техникой и наборами демонстрационного оборудования;

2. Помещения для проведения лабораторных работ и практических занятий, оснащенные следующим оборудованием: проектором, маркерной доской, рабочее место преподавателя, рабочее место студента (системный блок, монитор, перефирия);

3. Стенд испытаний гидравлических гасителей колебаний.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 9 семестре.

Экзамен в 10 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

доцент, доцент, к.н. кафедры
«Вагоны и вагонное хозяйство» А.А. Иванов

Согласовано:

Заведующий кафедрой ВиТРПС М.В. Козлов

Председатель учебно-методической
комиссии Н.А. Андриянова