**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: Грузовые вагоны

Форма обучения: Очная

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-17** - Имеет навык определять показатели безопасности при эксплуатации грузовых 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;

знать 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, понимать 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;

получить первичную информацию для оценки показателей надёжности;

знать и понимать порядок обработки первичной статистической информации 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;

обоснованием математических моделей 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;

разработать в соответствии с нормативными документами ОАО «РЖД» модель эксплуатациивагона и его систем.

**Владеть:**

навыком оценки остаточного ресурса деталей и конструкции;

навыком оценки предельных размеров износов и трещин;

нываком оперделять опасные перечень опасных отказов;

навыком получения вероятностных моделей опасных отказов;

навыком оценки рисков опасных отказов;

навыком оценки показателей безопасности вагона;

навыком применения метода упарвления рисками;

навыком оценки функционирования активных и пассивных систем безопасности;

навыком опредления требований к надёжности и безопасности вагонов и систем,

оценки согласованности моделей надёжности и эмпирических законов распределений;

навыками обосновывать математические модели надёжности деталей и узлов вагонов и систем;

навыками работы с вероятностными моделями;

навыками сбора первичной статистической информации и оценки показателей надёжности.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 5 з.е. (180 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 | |
| | | №7 | №8 |
| Контактная работа при проведении учебных занятий (всего): | 112 | 64 | 48 |
| В том числе: | | | |
| Занятия лекционного типа | 64 | 32 | 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 68 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<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- цели и задачи дисциплины;<br>- рекомендуемая литература;<br>- порядок проведения текущей и промежуточной аттестации;<br>- рекомендации по освоению дисциплины;<br>- план самостоятельной работы студента. |
| 2 | Место теории надёжности среди других дисциплин и её особенности<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- классическая проблемная технико-экономическая задача надёжности;<br>- детерминированные, вероятностные и стахостически неопределимые модели;<br>- вопросы надёжности при решении практических задач;<br>- история становления и развития;<br>- объекты исследований в области надёжности;<br>- современные направления исследований надёжности. |
| 3 | Классификация понятий теории надёжности<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- классификация понятий теории надёжности;<br>- регламентирующие документы и стандарты в области надёжности; |

| № п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание |
|---|---|
| | - объекты надёжности;<br>- состояния объектов и схема переходов состояний;<br>- стадии жизненного цикла конструкций;<br>- проблемы и задачи теории надёжности на эта проектирования, изготовления и испытаний опытной партии, производства, использования по назначению, технического обслуживания и ремонта;<br>- классификация отказов;<br>- предпосылки отказов (проектно-конструкторские, производственно-технологические, эксплуатационные);<br>- признаки классификации и виды отказов;<br>- понятие надёжности;<br>- определение термина "надёжность" по ГОСТ;<br>- влияние факторов эксплуатации, качества проектирования на надёжность;<br>- пример ошибок при проектировании (избыточные связи в механике);<br>- уточнённое определение "надёжности";<br>- понятия эксплуатация, выходной параметр, грубые ошибки проектирования и изготовления;<br>- классификация показателей надёжности;<br>- безотказность, показатели безотказности, количественные характеристики безотказности;<br>- долговечность, показатели долговечности, количественные характеристики долговечности;<br>- ремонтопригодность, показатели ремонтопригодности, количественные характеристики ремонтопригодности;<br>- сохраняемость, показатели сохраняемости, количественные характеристики сохраняемости;<br>- понятие "комплексные показатели надёжности";<br>- коэффициент готовности и его стационарное выражение;<br>- коэффициент оперативной готовности;<br>- коэффициент сохранения эффективности;<br>- понятие безопасности;<br>- связь рисков и вероятностей;<br>- показатели функциональной безопасности;<br>- классификация нарушений безопасности на железнодорожном транспорте;<br>- понятие опасный отказ, описание опасных отказов;<br>- показатели безопасности объектов, количественные характеристикии безопасности. |
| 4 | Вероятностные модели надёжности<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- классификация изделий (простейшая);<br>- ремонтируемые, неремонтируемые, восстанавливаемые, невосстанавливаемые изделия;<br>- групповые и индивидуальные показатели надёжности;<br>- равномерное распределение. Область применения. Вид модели, параметр модели. Особенности модели;<br>- экспоненциальное (показательное) распределение. Область применения. Вид модели, параметр модели. Особенности модели;<br>- нормальное распределение. Область применения. Вид модели, параметры модели. Особенности модели. Нормализованное нормальное распределение. Пример обоснования модели отказа подшипников;<br>- логарифмически-нормальное распределение. Область применения. Вид модели, параметры модели. Особенности модели;<br>- закон распределения Рэлея. Область применения. Вид модели, параметр модели. Особенности модели;<br>- закон распределения Вейбула-Гнеденко. Область применения. Вид модели, параметры модели. Особенности модели. Пример обоснования модели отказа пятника вагона;<br>- вероятностные модели ремонтируемых изделий. Классификация ремонтируемых элементов вагона;<br>- обобщённая модель эксплуатации. Описание, особенности; |

| № п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание |
|---|---|
| | - упрощённая модель эксплуатации. Допущения. Определение исла отказов за время t. Аункция распределения для описания отказов ремонтируемых изделий. Функция распределения двух случайных аргументов. Интенсивность отказов, параметр потока отказов;<br>- модель эксплуатации деталей типа 2.1.1. Стационарное выражение коэффициента готовности;<br>- реальна модель эксплуатации. Особенности. Коэффициент готовности. Влияние наработки со скрытым отказом на безопасность движения. Пример. |
| 5 | Источники первичной информации о надёжности вагонов<br>Рассматриваеые вопросы:<br>- схемы протоклирования, сбора и накопления информации о техническом состоянии вагонов на железнодорожном транспорте;<br>- информационная система ЖТСВ, вагонные учётные формы, классификаторы информационных систем вагонного комплекса;<br>- группы надёжности;<br>- стендовые и ускоренные испытания, форсированные испытания;<br>- математическое моделирование;<br>- испытания на надёжность;<br>- анализ схем. Эталонная схема сбора первичной информации. |
| 6 | Статистическое толкование показателей надёжности<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- испытания на надёжность. Виды испытаний. Программа испытаний;<br>- планы испытаний на надёжность;<br>- определение количества деталй в эксперименте;<br>- классификация выборок;<br>- источники первичной информации;<br>- этапы обработки выборки. Предварительная обработка выборок. Проверка однородности выборки;<br>- математическая обработка результатов эксперимента;<br>- метод максимального правдоподобия. Точечные оценки парметров законов распределения;<br>- интервальные оценки параметров законов распределений. Пример получения доверительных интервалов требуемой точности;<br>- проверка качества точечных оценок. Критерий Колмогорова. Критерий "хи"-квадрат;<br>- эмпирические фукнции распределения. Единичная функция Хевисайда. Метод Фисшбейна. Метод Джонсона;<br>- контрольные испытания на надёжность. Правила проведения;<br>- метод последовательных испытаний;<br>- метод однократной выборки. |
| 7 | Надёжность систем<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- понятие системы. Порядок системы;<br>- правила составления расчётной схемы системы;<br>- классификация элементов;<br>- классификация связей и классификация систем;<br>- технология построения расчётной схемы системы (вагона);<br>- структурные функции систем. Булевы переменные. Типовые последовательная, параллельная структуры. структура с m исправными из n. Последовательно-параллельные структуры. Параллельно-последовательные структуры;<br>- системы с приводимой и неприводимой структурой;<br>- метод структурных схем. Суть метода. Допущения и ограничения. Типовые структуры;<br>- метод перебора состояний. Технология реализации. Пример применения для структуры с m исправными из 5;<br>- метод логичеких схем. Основные положения алгебры логики;<br>- метод минимальных путей. Технология. Пример мостиковой схемы; |

| № п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание |
|---|---|
| | - метод минимальных сечений. Технология. Пример мостиковой схемы;<br>- метод разложения по базовому элементу. Технология. Пример;<br>- метод дерева событий (дерева отказов). Правила построения. Условные обозначения и операторы;<br>- соответсвие древовидных и простейших двухполюсных структур;<br>- процедура построения. Пример построения древовидной структуры для электродвигателя;<br>- переход от древовидной структуры с повторяющимися событиями к двухполюсной. Применение метода минимальных сечений. Пример перехода;<br>- использование алгебры логики для древовидной структуры. Структурная схема системы управления автономного рефрижераторного вагона;<br>- графовый метод. Элементы со многими состояниями;<br>- надёжность ремонтируемых систем. Граф переходов состояний. Пример. Матрица переходов состояний;<br>- марковский случайный процесс. Установившиеся режимы для графов связанной структуры. Рекурентная формула Маркова. Марковские случайные процессы;<br>- система уравнений Колмогорова. Пример применения графового метода для системы с двумя переходами (отказ - восстановление) - ремонтируемых систем.<br>- надёжность систем со многими состояниями. Пример построения модели надёжности электровоздухораспределителя. |
| 8 | Связь показателей надёжности и безопасности.<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- понятие безопасности. Проблемы;<br>- действующая классификация случаев нарушения безопасности движения поездов на железнодорожном транспорте;<br>- паратер безопасности вагона (обеспечение безопасной эксплуатации вагонов);<br>- вероятностная модель схода вагона с рельсов. Построение дерева событий. Переход от древовидной к духполюсной структуре. Пример дерева событий относительно столкновения поезда;<br>- концепция глубокоэшелонированной защиты вагона от аварий и крушений;<br>- упрощённая оценка параметра безопасноси вагона;<br>- обобщённая методика оценки параметра безопасности вагона;<br>- оценка оптимальной периодичности контроля технического состояния вагона на ПТО и управление рисками. |
| 9 | Заключение<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- 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.<br>В результате выполнения работы будут получены знания и сформированы навыки:<br>- применения действующих классификаторов при анализе информации об отказах вагонов;<br>- формирования выборки наработок до отказов в соответсвии со стандартным планом испытаний на надёжность;<br>- построения частотных графиков;<br>- практического исследования зависимости представления частотных грфиков от заданной длины интервалов и вырождения законов распредлеения. |

| № п/п | Наименование лабораторных работ / краткое содержание |
|---|---|
| 2 | Формирование выборок наработок до интересующих отказов в соответсвтии со стандартным планом испытаний на надёжность<br>В результате выполнения работы будут получены знания и сформированы навыки:<br>- формирования выборки наработок до отказов из базы ЖТСВ;<br>- предварительного анализа статистической информации и определения наименее надёжных элементов конструкции;<br>- построения графиков распределений числа отказов между элементами конструкции, узлами, по причинам возникновения;<br>- 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.<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- единичная функция Хевиссайда;<br>- построение экспериментальных функций распределения для полных выборок;<br>- построение экспериментальных функций распределения для неполных однократноусечённых выборок;<br>- построение эмпирической фукнции распределения для заданного отказа. |
| 4 | Применение метода максимального правдоподобия для неполной многократно усечённой выборки<br>В результате выполнения работы будут получены знания и сформированы навыки:<br>- применения универсальных программ для определения точечных оценок параметров законов распределения наработок до отказов;<br>- применения метода максимального правдоподобия для неполных выборок и экспоненциального закона распределения;<br>- 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.<br>В результате выполнения работы будут получены знания и сформированы навыки:<br>- применения метода максимального правдоподобия для неполных выборок при законе распределения Вейбула-Гнеденко;<br>- применения универсальных программ для выполнения расчётов;<br>- применения метода сканирования;<br>- применения графического метода решения уравнения при определении параметра формы;<br>- применения метода последовательных приближений;<br>- получения точечных оценок параметров закона распределения для заданной выборки. |
| 6 | Построение эмпирических фукнций распредлеения наработок до отказов методом Фисшбейна и Джонсона<br>В результате выполнения работы будут получены знания и сформированы навыки:<br>- построения функция Фисшбейна и технология построения;<br>- построения функция Джонсона и технология построения;<br>- построения эмпирических функций распределения для тестового примера;<br>- построения эмпирических функций распределения для неполной многократноусечённой выборки;<br>- построения эмпирической функции распределения для заданного отказа. |
| 7 | Решение практической задачи определения точечных оценок показателей безотказности для заданного отказа<br>В результате выполнения работы будут получены знания и сформированы навыки:<br>- выполнения всех этапов решения задачи получения точечных оценок показателей надёжности на |

| № п/п | Наименование лабораторных работ / краткое содержание |
|---|---|
| | основе статистической информации;<br>- обоснования моделей отказов;<br>- математической обработки результатов эксперимента, получения точечных оценок параметров законов распределения наработки до заданного отказа;<br>- построения эмпирической функции распределения и применения критериев согласия;<br>- получения показателей безотказности. |
| 8 | Применение метода максимального правдоподобия для сильно усечённых выборок<br>В результате выполнения работы будут получены знания и сформированы навыки:<br>- применнеия технологии получения точечных оценок показателей надёжности при сильноусечённых выборках. |

Практические занятия

| № п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание |
|---|---|
| 1 | Определение вероятности событий<br>В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки:<br>- применения основных понятий теории веоятности, используемых в дисциплине;<br>- применения классифиркации событий, понятий меры случайности событий;<br>- применения меры зависимости событий;<br>- применения понятия событие, как подпространство элементарных исходов, вероятность событий;<br>- применения понятия неограничесннное пространство элементарных исходов;<br>- применения понятий частота и вероятность события;<br>- применения теорем о вероятности суммы и произведения событий. |
| 2 | Оптимизация числа холодильных машин автоматизированного рефрижераторного вагона<br>В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки:<br>- применения теорем теории вероятности для оценки вероятности доставки груза;<br>- исследования зависимости вероятности доставки груза от числа холодильных машин;<br>- обоснования оптимального числа холодильных машин АРВ;<br>- применения понятия горячего и холодного резервирования;<br>- обоснования мероприятий для повышения надёжности доставки груза в АРВ. |
| 3 | Случайные величины и получение законов распределения<br>В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки:<br>- применения понятий случайной величины и величины, используемых для описания надёжности;<br>- применения понятий дискретных и непрерывных случайных величин;<br>- применения понятия закон распределения случайных величин, видов представления, свойств;<br>- построения ряда распределения, функции распределения, плотности распределения случайных величин. |
| 4 | Получение числовых характеритсик случайных величин<br>В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки:<br>- определения числовых характеристик случайных величин и их взаимосвязи, характеристик положения на числовой оси, характеристики расеивания;<br>- определения моды;<br>- определения альфа-квантили случайной величины;<br>- определения медианы распредления;<br>- опрделния матеаического ожидания;<br>- определения момента второго порядка;<br>- определения дисперсии;<br>- определения средне-квадратического отклонения. |

| № п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание |
|---|---|
| 5 | Примеренеи формулы Байса, формулы полной вероятности и теоремы о повторении опытов для решения проблемных практических задач<br>В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки:<br>- применения формулы полной вероятности, использования её в надёжности;<br>- применения теоремы Байеса, её использования;<br>- применения теоремы о повторении опытов, её использования;<br>- применения понятия биномиального коэффициента и биномиального распределения. |
| 6 | Моделирование выборочного контроля технического состояния<br>В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки:<br>- исследования проблемы качества выборочного контроля на основе замечательных теорем теории вероятностей;<br>- решения проблемной задачи по определению среднего числа дефектных деталей принятых контролёром при проведении выборочного контроля;<br>- применения правил выборочного контроля вагонных деталей (по стандартам). |
| 7 | Моделирование сплошного контроля технического состояния<br>В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки:<br>- применения теории вероятностей для оценки качества сплошного контроля качества. |
| 8 | Анализ ремонтопригодности вагона применительно к текущему техническому содержанию<br>В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки:<br>- анализа требований нормативной документации к колёсным парам вагонов в условиях эксплуатации;<br>- применения нормативной документации по эксплуатации вагонов;<br>- применения классификации отказов колёсных пар вагонов;<br>- анализа ремонтопригодности по назначению колёсной пары по остроконечному накату гребня при использовании вагона;<br>- анализа ремонтопригодности при использовании вагона и опредление направлений и мероприятий для её повышения на примере колёсных пар. |
| 9 | Оценка ремонтопригодности вагона применительно к ремонту крупного обдъёма (деповскому и капительному)<br>В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки:<br>- поиска требований в нормативной документации к колёсным парам вагонов при плановом ремонте;<br>- применения нормативной документации по ремонту колёсных пар;<br>- анализа ремонтопригодности по назначению колёсной пары по остроконечному накату гребня в условиях планового ремонта;<br>- анализа ремонтопригодности в условиях планового ремонта и опредление направлений и мероприятий для её повышения на примере колёсных пар. |
| 10 | Моделирование работы системы контроля нагрува букс и выбор оптимальной схемы<br>В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки:<br>- применения теории вероятностей при анализе работы бортовых систем безопасности вагонов;<br>- решения проблемной задачи: выбора оптимальной схемы СКНБ;<br>- формирования предложений для повышения безопасности вагонов. |
| 11 | Оценка остаточного ресурса деталей, безотказно проработавших время t.<br>В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки:<br>- расчётного обоснования долговечности подшипников типовой буксы. Расчётных методов определения показателей надёжности;<br>- оценки остаточного ресурса с использованием вероятностных моделей надёжности неремонтируемых изделий; |

| № п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание |
|---|---|
| | - оценки остаточного ресурса при законе распределения Вейбула-Гнеденко;<br>- 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<br>В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки:<br>- оценки остаточного ресурса при экспоненциальном распеределении;<br>- построения плана контролей технического состояния вагона при обеспечении требуемого уровня надёжности в межремонтный период. |
| 13 | Применение нормального нормализованного закона распределения<br>В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки:<br>- применения нормализованного нормального распределения при решении практических задач;<br>- 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.<br>В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки:<br>- применения метода динамического программирования при решении проблемной задачи;<br>- формирования требований к надёжности элементов вагонных конструкций для обеспечения требуемой безотказности вагона. |
| 15 | Генерирование случайных величин, подчиняющихся различным законам распределения.<br>В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки:<br>- применения теоремы для генерации случайных величин, имеющих заданный закон распределения;<br>- генерации случайных величин с заданными параметрами;<br>- 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<br>В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки:<br>- анализа государственных стандартов на детали и узлы вагонов в части требований к надёжности;<br>- определения перечня нормируемых показателей надёжности и других требований качества изделий;<br>- 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. 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. | https://umczdt.ru/read/2447/?page=1 (дата обращения: 12.04.2024). Текст электронный. |

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

Электронно-библиотечная система Научно-технической библиотеки 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»;

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

Электронно-библиотечная система ibooks.ru (http://ibooks.ru/);

Электронно-библиотечная система «Академия» (http://academia-moscow.ru/);

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 Autocad;
5. Система автоматизированного проектирования Компас;
6. Специализированная программа Mathcad;
7. При проведении занятий с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, могут применяться следующие средства коммуникаций: ЭИОС РУТ(МИИТ), Microsoft Teams, электронная почта, скайп, WhatsApp и т.п.

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 7 семестре.

Экзамен в 8 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