

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 - программы специалитета
по специальности
23.05.03 Подвижной состав железных дорог,
утвержденной первым проректором 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: Очная

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

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)
ID подписи: 3331
Подписал: заведующий кафедрой Петров Геннадий Иванович
Дата: 02.11.2022

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, оценка производственного потенциала предприятия на основе теории надёжности, вероятностный анализ отказов, прогнозирование 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;

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;

переходить от древовидной структуры события к двухполюсному представлению;

анализировать надёжность системы;

обоснованием математических моделей надёжности деталей и узлов подвижного состава;

определять надёжность систем с приводимой структурной схемой;

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 эксплуатации вагона и его систем.

Владеть:

навыком оценки остаточного ресурса деталей и конструкции;

навыком оценки предельных размеров износов и трещин;

навыком определять опасные перечень опасных 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 определения 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 | <p>Введение</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - цели и задачи дисциплины; - рекомендуемая литература; - порядок проведения текущей и промежуточной аттестации; - рекомендации по освоению дисциплины; - план самостоятельной работы студента. |
| 2 | <p>Место теории надёжности среди других дисциплин и её особенности</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - классическая проблемная технико-экономическая задача надёжности; - детерминированные, вероятностные и стохастически неопределимые модели; - вопросы надёжности при решении практических задач; - история становления и развития; - объекты исследований в области надёжности; - современные направления исследований надёжности. |
| 3 | <p>Классификация понятий теории надёжности</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - классификация понятий теории надёжности; |

| № п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание |
|----------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> - регламентирующие документы и стандарты в области надёжности; - объекты надёжности; - состояния объектов и схема переходов состояний; - 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; - классификация отказов; - предпосылки отказов (проектно-конструкторские, производственно-технологические, эксплуатационные); - признаки классификации и виды отказов; - 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; - классификация показателей надёжности; - безотказность, показатели безотказности, количественные характеристики безотказности; - долговечность, показатели долговечности, количественные характеристики долговечности; - ремонтпригодность, показатели ремонтпригодности, количественные характеристики ремонтпригодности; - сохраняемость, показатели сохраняемости, количественные характеристики сохраняемости; - понятие "комплексные показатели надёжности"; - коэффициент готовности и его стационарное выражение; - коэффициент оперативной готовности; - коэффициент сохранения эффективности; - понятие безопасности; - связь рисков и вероятностей; - показатели функциональной безопасности; - классификация нарушений безопасности на железнодорожном транспорте; - понятие опасный отказ, описание опасных отказов; - показатели безопасности объектов, количественные характеристики безопасности. |
| 4 | <p>Вероятностные модели надёжности</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - классификация изделий (простейшая); - ремонтируемые, неремонтируемые, восстанавливаемые, невосстанавливаемые изделия; - групповые и индивидуальные показатели надёжности; - равномерное распределение. Область применения. Вид модели, параметр модели. Особенности модели; - экспоненциальное (показательное) распределение. Область применения. Вид модели, параметр модели. Особенности модели; - 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. Пример обоснования модели отказа пятника вагона; - вероятностные модели ремонтируемых изделий. Классификация ремонтируемых элементов вагона; - обобщённая модель эксплуатации. Описание, особенности; |

| № п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание |
|----------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> - 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; - 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. |
| 5 | <p>Источники первичной информации о надёжности вагонов</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. |
| 6 | <p>Статистическое толкование показателей надёжности</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - испытания на надёжность. Виды испытаний. Программа испытаний; - планы испытаний на надёжность; - определение количества деталей в эксперименте; - классификация выборок; - источники первичной информации; - этапы обработки выборки. Предварительная обработка выборок. Проверка однородности выборки; - математическая обработка результатов эксперимента; - метод максимального правдоподобия. Точечные оценки параметров законов распределения; - интервальные оценки параметров законов распределений. Пример получения доверительных интервалов требуемой точности; - проверка качества точечных оценок. Критерий Колмогорова. Критерий "хи"-квадрат; - эмпирические функции распределения. Единичная функция Хевисайда. Метод Фисшбеина. Метод Джонсона; - контрольные испытания на надёжность. Правила проведения; - метод последовательных испытаний; - метод однократной выборки. |
| 7 | <p>Надёжность систем</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - понятие системы. Порядок системы; - правила составления расчётной схемы системы; - классификация элементов; - классификация связей и классификация систем; - технология построения расчётной схемы системы (вагона); - 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; - метод перебора состояний. Технология реализации. Пример применения для структуры с m |

| № п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание |
|----------|---|
| | <p>исправными из 5;</p> <ul style="list-style-type: none"> - метод логических 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; - метод дерева событий (дерева отказов). Правила построения. Условные обозначения и операторы; - соответствие древовидных и простейших двухполюсных структур; - процедура построения. Пример построения древовидной структуры для электродвигателя; - 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; - 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. Рекуррентная 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. |
| 8 | <p>Связь показателей надёжности и безопасности.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - понятие безопасности. Проблемы; - действующая классификация случаев нарушения безопасности движения поездов на железнодорожном транспорте; - партер безопасности вагона (обеспечение безопасной эксплуатации вагонов); - вероятностная модель схода вагона с рельсов. Построение дерева событий. Переход от древовидной к двухполюсной структуре. Пример дерева событий относительно столкновения поезда; - концепция глубоководной защиты вагона от аварий и крушений; - упрощённая оценка параметра безопасности вагона; - обобщённая методика оценки параметра безопасности вагона; - оценка оптимальной периодичности контроля технического состояния вагона на ПТО и управление рисками. |
| 9 | <p>Заключение</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - обзорная лекция по курсу. |

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

| № п/п | Наименование лабораторных работ / краткое содержание |
|----------|--|
| 1 | <p>Работа со статистической информацией об отказах. Применение действующих классификаторов.</p> <p>В результате выполнения работы будут получены знания и сформированы навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применения действующих классификаторов при анализе информации об отказах вагонов; |

| № п/п | Наименование лабораторных работ / краткое содержание |
|----------|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> - формирования выборки наработок до отказов в соответствии со стандартным планом испытаний на надёжность; - построения частотных графиков; - практического исследования зависимости представления частотных графиков от заданной длины интервалов и вырождения законов распределения. |
| 2 | <p>Формирование выборок наработок до интересующих отказов в соответствии со стандартным планом испытаний на надёжность</p> <p>В результате выполнения работы будут получены знания и сформированы навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 | <p>Построение эмпирической функции распределения наработок до отказов с помощью единичной функции Хевиссайда.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - единичная функция Хевиссайда; - построение экспериментальных функций распределения для полных выборок; - построение экспериментальных функций распределения для неполных однократноусечённых выборок; - построение эмпирической функции распределения для заданного отказа. |
| 4 | <p>Применение метода максимального правдоподобия для неполной многократно усечённой выборки</p> <p>В результате выполнения работы будут получены знания и сформированы навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применения универсальных программ для определения точечных оценок параметров законов распределения наработок до отказов; - 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 | <p>Применение метода максимального правдоподобия для неполной выборки и закона распределения Вейбула-Гнеденко.</p> <p>В результате выполнения работы будут получены знания и сформированы навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 | <p>Построение эмпирических функций распределения наработок до отказов методом Фисшбейна и Джонсона</p> <p>В результате выполнения работы будут получены знания и сформированы навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - построения функция Фисшбейна и технология построения; |

| № п/п | Наименование лабораторных работ / краткое содержание |
|----------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> - 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 | <p>Решение практической задачи определения точечных оценок показателей безотказности для заданного отказа</p> <p>В результате выполнения работы будут получены знания и сформированы навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 | <p>Применение метода максимального правдоподобия для сильно усечённых выборок</p> <p>В результате выполнения работы будут получены знания и сформированы навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применения технологии получения точечных оценок показателей надёжности при сильноусечённых выборках. |

Практические занятия

| № п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание |
|----------|--|
| 1 | <p>Определение вероятности событий</p> <p>В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применения основных понятий теории вероятности, используемых в дисциплине; - применения классификации событий, понятий меры случайности событий; - применения меры зависимости событий; - применения понятия событие, как подпространство элементарных исходов, вероятность событий; - применения понятия неограниченное пространство элементарных исходов; - применения понятий частота и вероятность события; - применения теорем о вероятности суммы и произведения событий. |
| 2 | <p>Оптимизация числа холодильных машин автоматизированного рефрижераторного вагона</p> <p>В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 | <p>Случайные величины и получение законов распределения</p> <p>В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. |

| № п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание |
|----------|---|
| 4 | <p>Получение числовых характеристик случайных величин</p> <p>В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - определения числовых характеристик случайных величин и их взаимосвязи, характеристик положения на числовой оси, характеристики рассеивания; - определения моды; - определения альфа-квантили случайной величины; - определения медианы распределения; - определения математического ожидания; - определения момента второго порядка; - определения дисперсии; - определения средне-квадратического отклонения. |
| 5 | <p>Применение формулы Байеса, формулы полной вероятности и теоремы о повторении опытов для решения проблемных практических задач</p> <p>В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 | <p>Моделирование выборочного контроля технического состояния</p> <p>В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 | <p>Моделирование сплошного контроля технического состояния</p> <p>В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применения теории вероятностей для оценки качества сплошного контроля качества. |
| 8 | <p>Анализ ремонтпригодности вагона применительно к текущему техническому содержанию</p> <p>В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - анализа требований нормативной документации к колёсным парам вагонов в условиях эксплуатации; - применения нормативной документации по эксплуатации вагонов; - применения классификации отказов колёсных пар вагонов; - анализа ремонтпригодности по назначению колёсной пары по остроконечному накату гребня при использовании вагона; - анализа ремонтпригодности при использовании вагона и определение направлений и мероприятий для её повышения на примере колёсных пар. |
| 9 | <p>Оценка ремонтпригодности вагона применительно к ремонту крупного объёма (деповскому и капитальному)</p> <p>В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - поиска требований в нормативной документации к колёсным парам вагонов при плановом ремонте; - применения нормативной документации по ремонту колёсных пар; - анализа ремонтпригодности по назначению колёсной пары по остроконечному накату гребня в |

| № п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание |
|----------|---|
| | <p>условиях планового ремонта;</p> <ul style="list-style-type: none"> - анализа ремонтпригодности в условиях планового ремонта и определение направлений и мероприятий для её повышения на примере колёсных пар. |
| 10 | <p>Моделирование работы системы контроля нагрува букс и выбор оптимальной схемы</p> <p>В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применения теории вероятностей при анализе работы бортовых систем безопасности вагонов; - решения проблемной задачи: выбора оптимальной схемы СКНБ; - формирования предложений для повышения безопасности вагонов. |
| 11 | <p>Оценка остаточного ресурса деталей, безотказно проработавших время t.</p> <p>В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 | <p>Моделирование плана контроля технического состояния деталей при различных моделях отказов</p> <p>В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - оценки остаточного ресурса при экспоненциальном распределении; - построения плана контролей технического состояния вагона при обеспечении требуемого уровня надёжности в межремонтный период. |
| 13 | <p>Применение нормального нормализованного закона распределения</p> <p>В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применения нормализованного нормального распределения при решении практических задач; - построения плана контролей технического состояния вагона при обеспечении требуемого уровня надёжности в межремонтный период. |
| 14 | <p>Исследование проблемной задачи. Оптимизация распределения надёжности между элементами вагонных конструкций.</p> <p>В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применения метода динамического программирования при решении проблемной задачи; - формирования требований к надёжности элементов вагонных конструкций для обеспечения требуемой безотказности вагона. |
| 15 | <p>Генерирование случайных величин, подчиняющихся различным законам распределения.</p> <p>В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 величин (закон больших чисел). |
| 16 | <p>Анализ требований к надёжности элементов вагонных конструкций, заложенных в нормативно-технической документации</p> |

| № п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание |
|-------|--|
| | 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; - определения порядка контроля заложенных показателей 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 рекомендуемой 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.miiit.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 ВВХ
Председатель учебно-методической
комиссии

Г.И. Петров

С.В. Володин