

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
(РУТ (МИИТ))



Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
базового высшего образования
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: 11182
Подписал: И.о. заведующего кафедрой Козлов Максим
Владимирович
Дата: 02.06.2026

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, 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):

ПК-1 - Способен планировать работы по эксплуатации, техническому обслуживанию, производству и ремонту механизмов и оборудования подвижного состава;

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;

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;
навыком выделять опасные отказы;
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,
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 6 з.е. (216 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):	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 120 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 стохастически неопределимые модели; - вопросы надёжности при решении практических задач; - история становления и развития; - объекты исследований в области надёжности; - современные направления исследований надёжности; - классификация понятий теории надёжности; - регламентирующие документы и стандарты в области надёжности; - объекты надёжности; - состояния объектов и схема переходов состояний.
3	Понятия теории надёжности. Классификация отказов Рассматриваемые вопросы: - 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);

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> - уточнённое определение "надёжности"; - понятия эксплуатация, выходной параметр, грубые ошибки проектирования и изготовления.
4	<p>Понятия теории надёжности. Классификация показателей надёжности. Показатели единичных свойств</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - классификация показателей надёжности; - безотказность, показатели безотказности, количественные характеристики безотказности; - долговечность, показатели долговечности, количественные характеристики долговечности; - 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.
5	<p>Вероятностные модели надёжности. Вероятностные модели надёжности. Вероятностные модели надёжности. Модели надёжности неремонтируемых изделий</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.
6	<p>Обоснование модели отказа неремонтируемых изделий. Модель постепенного износного отказа</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - пример обоснования модели отказа подшипников; - пример обоснования модели отказа пятника вагона.
7	<p>Вероятностные модели надёжности. Вероятностные модели надёжности ремонтируемых изделий</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вероятностные модели ремонтируемых изделий. Классификация ремонтируемых элементов вагона; - обобщённая модель эксплуатации. Описание, особенности; - 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

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<p>безотказности ремонтируемых восстанавливаемых изделий;</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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.
8	<p>Источники первичной информации о надёжности вагонов</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - схемы протоколирования, 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.
9	<p>Статистическое толкование показателей надёжности. Испытания на надёжность. Определительные испытания на надёжность</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.
10	<p>Статистическое толкование показателей надёжности. Классификация выборок. Этапы обработки информации. Предварительная обработка данных</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - классификация выборок и связь планами испытаний на надёжность. - источники первичной информации; - этапы обработки выборки. Предварительная обработка выборок.
11	<p>Статистическое толкование показателей надёжности. Проверка однородности выборки.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проверка однородности выборки; - правило трёх сигм; - математическая обработка результатов эксперимента; - точечные оценки параметров законов распределения. Требования к точечным оценкам.
12	<p>Статистическое толкование показателей надёжности. Точечные и интервальные оценки параметров закона распределения наработки до отказа</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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.
13	<p>Статистическое толкование показателей надёжности. Проверка качества точечных оценок. Критерии согласия</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проверка качества точечных оценок. Критерий Колмогорова. Критерий "хи"-квадрат; - эмпирические функции распределения. Единичная функция Хевисайда. Метод Фишбейна. Метод Джонсона.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
14	<p>Статистическое толкование показателей надёжности. Контрольные испытания на надёжность</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - контрольные испытания на надёжность. Правила проведения; - метод последовательных испытаний; - метод однократной выборки.
15	<p>Надёжность систем. Понятие системы. Правила построения расчётной схемы системы</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).
16	<p>Надёжность систем. Структурные функции систем. Методы оценки надёжности систем. Метод простейших структурных схем</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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.
17	<p>Надёжность систем. Метод перебора состояний</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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).
18	<p>Надёжность систем. Метод логических схем</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</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.
19	<p>Надёжность систем. Дерево событий</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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.
20	<p>Надёжность систем. Получение функции надёжности для древовидной структуры</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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.
21	<p>Надёжность систем. Графовый метод оценки надёжности ремонтируемых систем</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - графовый метод. Элементы со многими состояниями; - надёжность ремонтируемых систем. Граф переходов состояний. Пример. Матрица переходов состояний;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> - 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.
22	<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).
23	<p>Связь показателей надёжности и безопасности. Управляемые показатели безопасности вагона</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вероятностная модель схода вагона с рельсов. Построение дерева событий. Переход от древовидной к двухполюсной структуре. Пример дерева событий относительно столкновения поезда; - концепция глубокоэшелонированной защиты вагона от аварий и крушений; - показатели безопасности вагона, количественные характеристики безопасности вагона.
24	<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; - 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>

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
	<p>В результате выполнения работы будут получены знания и сформированы навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применения единичной функции Хевиссайда; - построения экспериментальных функций распределения для полных выборок; - построения экспериментальных функций распределения для неполных однократноусечённых выборок; - построения эмпирической функции распределения для заданного отказа.
4	<p>Построение эмпирической плотности распределения наработки до отказа</p> <p>В результате выполнения работы будут получены знания и сформированы навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - построения плотности распределения для полной выборки; - анализа распределения отказов и значений плотности распределения; - проверки свойств плотности распределения; - построения плотности распределения наработки для неполной однократно цензурированной выборки; - анализа причин вырождения плотности распределения и преимущества интегральной эмпирической выборочной функции распределения.
5	<p>Применение метода максимального правдоподобия для неполной выборки при экспоненциальной модели отказа</p> <p>В результате выполнения работы будут получены знания и сформированы навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вывода выражения функции правдоподобия для неполной выборки при экспоненциальной модели отказа; - вывода выражения для получения точечной оценки параметра экспоненциального закона распределения; - построения законов распределения различных видов по полученным результатам; - получения точечной оценки показателя безотказности.
6	<p>Эмпирические функции распределения для неполных выборок</p> <p>В результате выполнения работы будут получены знания и сформированы навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применения правил формирования вариационного ряда; - расчёта и построения эмпирической функции распределения для многократно усечённой выборки методом Фисшбейна; - расчёта и построения эмпирической функции распределения для многократно усечённой выборки методом Джонсона; - проверки гипотезы о согласованности эмпирической выборочной функции распределения для неполной однократно усечённой выборки и экспоненциальной модели отказа; - формирования расчётных таблиц и определения максимального расхождения функций; - поиска табличного значения квантиля заданного уровня распределения Колмогорова.
7	<p>Применение метода максимального правдоподобия для неполной многократно усечённой выборки при модели Вейбула-Гнеденко</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; - вывода функции правдоподобия для неполной выборки и модели Вейбула-Гнеденко; - вывода формул для нахождения точечных оценок параметров закона распределения Вейбула-Гнеденко; - применения знаний численных методов для получения точечной оценки параметра формы; - применения метода сканирования; - применения графического метода; - применения метода итераций (последовательных приближений); - построения закона распределения различных видов по полученным результатам.
8	<p>Применение метода максимального правдоподобия для сильно усечённых выборок</p> <p>В результате выполнения работы будут получены знания и сформированы навыки:</p>

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
	- 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.
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>

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	<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 условиях планового ремонта; - анализа ремонтпригодности в условиях планового ремонта и определение направлений и мероприятий для её повышения на примере колёсных пар.
10	<p>Моделирование работы системы контроля нагруза 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;

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	- 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: - 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	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; - 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	https://umczdt.ru/read/18637/?page=1 .

	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.	(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://umcздт.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-техническая библиотека РУТ МИИТ (<http://library.mii.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/>);

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

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

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

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 технология ремонта
подвижного состава»

А.А. Иванов

Согласовано:

и.о. заведующего кафедрой ВВХ
Председатель учебно-методической
комиссии

М.В. Козлов

С.В. Володин