

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: 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 РУТ (МИИТ)
ID подписи: 3331
Подписал: заведующий кафедрой Петров Геннадий Иванович
Дата: 07.07.2023

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения учебной дисциплины «Надёжность вагонов и систем» – является изучение основ теории надёжности, необходимых для качественного проектирования, изготовления, ремонта, эффективной эксплуатации рельсового нетягового подвижного состава.

Основной целью изучения учебной дисциплины «Надёжность вагонов и систем» является формирование компетенций в области теории надёжности, необходимых при эксплуатации, техническом обслуживании, проектировании, производстве, испытаниях, модернизации вагонов, а также при разработке средств и путей повышения эксплуатационных и ремонтных характеристик (экономичности, надёжности, долговечности, безопасности, качества ремонта) для следующих видов деятельности:

производственно-технологического;
организационно-управленческого;
проектного;
научно-исследовательского.

Дисциплина предназначена для получения знаний, умений и навыков для решения следующих профессиональных задач (в соответствии с видами деятельности):

производственно-технологического:

- использования типовых методов расчёта надёжности элементов вагонов и их систем, анализа брака и выпуска некачественной продукции; разработки методов расчёта надёжности, технического контроля и испытания продукции, оценки качества продукции;

организационно-управленческого:

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

проектного:

- разработки технических требований, технических заданий и технических условий на проекты технологических машин, рельсового нетягового подвижного состава, его узлов или систем, технологических процессов по показателям надёжности, организации и обработки результатов испытаний на надёжность с использованием средств автоматизации и

информационных технологий;

научно-исследовательского:

- научных исследований в области эксплуатации и производства вагонов, интерпретации и вероятностного моделирования отказов и процесса эксплуатации на основе теории надёжности с формулировкой аргументированных умозаключений и выводов; поиска и проверки новых технических решений по совершенствованию подвижного состава и системы поддержания надёжности в эксплуатации (системы технического обслуживания и ремонта); разработки 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 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 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):	128	64	64
В том числе:			
Занятия лекционного типа	64	32	32
Занятия семинарского типа	64	32	32

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 88 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:

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<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>Понятия теории надёжности. Классификация понятий теории надёжности</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - классификация понятий теории надёжности; - регламентирующие документы и стандарты в области надёжности; - объекты надёжности; - состояния объектов и схема переходов состояний.
4	<p>Понятия теории надёжности. Классификация отказов</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - классификация отказов; - предпосылки отказов (проектно-конструкторские, производственно-технологические, эксплуатационные); - признаки классификации и виды отказов.
5	<p>Понятия теории надёжности. Понятие надёжности объекта</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - понятие надёжности; - определение термина "надёжность" по ГОСТ; - влияние факторов эксплуатации, качества проектирования на надёжность; - пример ошибок при проектировании (избыточные связи в механике); - уточнённое определение "надёжности"; - понятия эксплуатация, выходной параметр, грубые ошибки проектирования и изготовления.
6	<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.
7	<p>Понятия теории надёжности. Показатели единичных свойств и комплексные показатели</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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.
8	<p>Понятия теории надёжности. Задачи надёжности на разных этапах жизненного цикла изделия. Связь показателей надёжности и безопасности</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - стадии жизненного цикла конструкций; - проблемы и задачи теории надёжности на эта проектирования, изготовления и испытаний опытной партии, производства, использования по назначению, технического обслуживания и ремонта; - показатели функциональной безопасности; - классификация нарушений безопасности на железнодорожном транспорте;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<p>- понятие опасный отказ, описание опасных отказов; - показатели безопасности объектов, количественные характеристики безопасности.</p>
9	<p>Вероятностные модели надёжности. Вероятностные модели надёжности. Вероятностные модели надёжности. Модели надёжности неремонтируемых изделий Рассматриваемые вопросы: - классификация изделий (простейшая); - ремонтируемые, неремонтируемые, восстанавливаемые, невосстанавливаемые изделия; - групповые и индивидуальные показатели надёжности; - равномерное распределение. Область применения. Вид модели, параметр модели. Особенности модели; - экспоненциальное (показательное) распределение. Область применения. Вид модели, параметр модели. Особенности модели.</p>
10	<p>Вероятностные модели надёжности. Вероятностные модели надёжности неремонтируемых изделий Рассматриваемые вопросы: - нормальное распределение. Область применения. Вид модели, параметры модели. Особенности модели. Нормализованное нормальное распределение. Пример обоснования модели отказа подшипников; - логарифмически-нормальное распределение. Область применения. Вид модели, параметры модели. Особенности модели; - закон распределения Рэлея. Область применения. Вид модели, параметр модели. Особенности модели; - закон распределения Вейбула-Гнеденко. Область применения. Вид модели, параметры модели. Особенности модели.</p>
11	<p>Обоснование модели отказа неремонтируемых изделий. Модель постепенного износного отказа Рассматриваемые вопросы: - пример обоснования модели отказа подшипников.</p>
12	<p>Вероятностные модели надёжности. Обоснование модели отказа неремонтируемых изделий. Модель усталостных отказов Рассматриваемые вопросы: - пример обоснования модели отказа пятника вагона.</p>
13	<p>Вероятностные модели надёжности. Вероятностные модели надёжности ремонтируемых изделий Рассматриваемые вопросы: - вероятностные модели ремонтируемых изделий. Классификация ремонтируемых элементов вагона; - обобщённая модель эксплуатации. Описание, особенности.</p>
14	<p>Упрощённая модель эксплуатации ремонтируемых изделий Рассматриваемые вопросы: - упрощённая модель эксплуатации. Допущения. Определение числа отказов за время t; - функция распределения для описания отказов ремонтируемых изделий. Функция распределения двух случайных аргументов. Интенсивность отказов, параметр потока отказов, связь с показателями безотказности ремонтируемых восстанавливаемых изделий; - модель эксплуатации деталей типа 2.1.1. Стационарное выражение коэффициента готовности; - реальна модель эксплуатации. Особенности. Коэффициент готовности. Влияние наработки со скрытым отказом на безопасность движения. Пример.</p>
15	<p>Источники первичной информации о надёжности вагонов Рассматриваемые вопросы: - схемы протоклирования, сбора и накопления информации о техническом состоянии вагонов на</p>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<p>железнодорожном транспорте;</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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.
16	<p>Заключение</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - обзорная лекция по темам семестра.
17	<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.
18	<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.
19	<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.
20	<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.
21	<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 Фишбеяна. Метод Джонсона.
22	<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;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> - метод последовательных испытаний; - метод однократной выборки.
23	<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).
24	<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.
25	<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).
26	<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.
27	<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.
28	<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.
29	<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; - 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.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- надёжность систем со многими состояниями. Пример построения модели надёжности электровоздухораспределителя.
30	Связь показателей надёжности и безопасности. Рассматриваемые вопросы: - понятие безопасности. Проблемы; - действующая классификация случаев нарушения безопасности движения поездов на железнодорожном транспорте; - паратер безопасности вагона (обеспечение безопасной эксплуатации вагонов).
31	Связь показателей надёжности и безопасности. Управляемые показатели безопасности вагона Рассматриваемые вопросы: - вероятностная модель схода вагона с рельсов. Построение дерева событий. Переход от древовидной к двухполюсной структуре. Пример дерева событий относительно столкновения поезда; - концепция глубоководной защиты вагона от аварий и крушений; - показатели безопасности вагона, количественные характеристики безопасности вагона.
32	Заключение Рассматриваемые вопросы: - обзорная лекция по курсу.

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	Работа со статистической информацией об отказах. Применение действующих классификаторов. В результате выполнения работы будут получены знания и сформированы навыки: - применения действующих классификаторов при анализе информации об отказах вагонов; - формирования выборки наработок до отказов в 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	Формирование выборок наработок до интересующих отказов в соответствии со стандартным планом испытаний на надёжность В результате выполнения работы будут получены знания и сформированы навыки: - формирования выборки наработок до отказов из базы ЖТСВ; - предварительного анализа статистической информации и определения наименее надёжных элементов конструкции; - построения графиков распределений числа отказов между элементами конструкции, узлами, по причинам возникновения; - формирования выборки наработок до отказов (по заданной неисправности) по стандартному плану испытаний на надёжность.
3	Построение эмпирической функции распределения наработок до отказов с помощью единичной функции Хевиссайда. Рассматриваемые вопросы: - единичная функция Хевиссайда; - построение экспериментальных функций распределения для полных выборок; - построение экспериментальных функций распределения для неполных однократноусечённых

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

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Определение вероятности событий В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки: - применения основных понятий теории вероятности, используемых в дисциплине;

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> - 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> <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</p>

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	<p>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 нагува 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.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
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> <p>В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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	Отработка основных положений теории вероятностей по результатам входного контроля знаний.
2	Отработка контрольных вопросов по конспектам лекций и литературе. Консультации в интерактивном режиме.
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	Надежность рельсового нетягового подвижного состава : учебник для вузов ж.-д. трансп. / П.А. Устич, В.А. Карпычев, М.Н. Овечников ; Под ред. П.А. Устича. - М. : ИГ "Вариант", 1999. - 416 с.	НТБ (уч.4); НТБ (уч.6); НТБ (фб.); НТБ (чз.1); НТБ (чз.2); НТБ (чз.4)
2	Надежность вагона : учеб. пособие по дисц. "Надежность несамоходного рельсового подвижного	НТБ (уч.3); НТБ (уч.6); НТБ (фб.); НТБ (чз.2)

	состава", "Безопасность движения и тормозные системы", "Основы проектирования несамоходного рельсового подвижного состава" / П.А. Устич, М.Н. Овечников, В.А. Карпычев. - М. : МИИТ, 1997. - 211 с.	
3	Нагруженность элементов конструкции вагона : учебник для вузов ж.-д. трансп. / В.Н. Котуранов, В.Д. Хусидов, П.А. Устич, А.И. Быков ; Под ред. В.Н. Котуранова. - М. : Транспорт, 1991. - 238 с. - ISBN 5-277-01219-2	НТБ (уч.6); НТБ (фб.); НТБ (чз.4)
4	Теория вероятностей и ее инженерные приложения : учеб. пособие для втузов / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров. - 2-е изд., стер. - М. : Высш. шк., 2000. - 480 с. - ISBN 5-06-003830-0	НТБ (уч.2); НТБ (уч.3); НТБ (уч.4); НТБ (уч.6); НТБ (фб.)
5	Теория вероятностей : учебное пособие / Е.С. Вентцель. - 5-е изд., стер. - М. : Высш. шк., 1998. - 576 с. - ISBN 5-06-003522-0	http://195.245.205.171:8087/jirbis2/books/scanbooks_new/04-78254.pdf . (дата обращения 02.02.2023) -Текст электронный.
6	Оценка показателей надёжности вагонов : методические указания к практическим занятиям по дисц. "Надёжность подвижного состава" для студ. спец. "Подвижной состав железных дорог" специализации "Вагоны" / А. А. Иванов, П. А. Устич. - М. : МГУПС(МИИТ), 2015. - 44 с.	НТБ (уч.26); НТБ (фб.); НТБ (чз.2)

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, периферия).

3. Стенд испытаний гидравлических гасителей колебаний.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 7, 8 семестрах.

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