

**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;

обоснованием математических моделей надёжности деталей и узлов вагонов;

переходить от древовидной структуры события к двухполюсному представлению;

анализировать надёжность системы;

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

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- объекты надёжности;</li> <li>- состояния объектов и схема переходов состояний;</li> <li>- стадии жизненного цикла конструкций;</li> <li>- проблемы и задачи теории надёжности на эта проектирования, изготовления и испытаний опытной партии, производства, использования по назначению, технического обслуживания и ремонта;</li> <li>- классификация отказов;</li> <li>- предпосылки отказов (проектно-конструкторские, производственно-технологические, эксплуатационные);</li> <li>- признаки классификации и виды отказов;</li> <li>- понятие надёжности;</li> <li>- определение термина "надёжность" по ГОСТ;</li> <li>- влияние факторов эксплуатации, качества проектирования на надёжность;</li> <li>- пример ошибок при проектировании (избыточные связи в механике);</li> <li>- уточнённое определение "надёжности";</li> <li>- понятия эксплуатация, выходной параметр, грубые ошибки проектирования и изготовления;</li> <li>- классификация показателей надёжности;</li> <li>- безотказность, показатели безотказности, количественные характеристики безотказности;</li> <li>- долговечность, показатели долговечности, количественные характеристики долговечности;</li> <li>- ремонтпригодность, показатели ремонтпригодности, количественные характеристики ремонтпригодности;</li> <li>- сохраняемость, показатели сохраняемости, количественные характеристики сохраняемости;</li> <li>- понятие "комплексные показатели надёжности";</li> <li>- коэффициент готовности и его стационарное выражение;</li> <li>- коэффициент оперативной готовности;</li> <li>- коэффициент сохранения эффективности;</li> <li>- понятие безопасности;</li> <li>- связь рисков и вероятностей;</li> <li>- показатели функциональной безопасности;</li> <li>- классификация нарушений безопасности на железнодорожном транспорте;</li> <li>- понятие опасный отказ, описание опасных отказов;</li> <li>- показатели безопасности объектов, количественные характеристики безопасности.</li> </ul>
4	<p><b>Вероятностные модели надёжности</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- классификация изделий (простейшая);</li> <li>- ремонтируемые, неремонтируемые, восстанавливаемые, невосстанавливаемые изделия;</li> <li>- групповые и индивидуальные показатели надёжности;</li> <li>- равномерное распределение. Область применения. Вид модели, параметр модели. Особенности модели;</li> <li>- экспоненциальное (показательное) распределение. Область применения. Вид модели, параметр модели. Особенности модели;</li> <li>- нормальное распределение. Область применения. Вид модели, параметры модели. Особенности модели. Нормализованное нормальное распределение. Пример обоснования модели отказа подшипников;</li> <li>- логарифмически-нормальное распределение. Область применения. Вид модели, параметры модели. Особенности модели;</li> <li>- закон распределения Рэлея. Область применения. Вид модели, параметр модели. Особенности модели;</li> <li>- закон распределения Вейбула-Гнеденко. Область применения. Вид модели, параметры модели. Особенности модели. Пример обоснования модели отказа пятника вагона;</li> <li>- вероятностные модели ремонтируемых изделий. Классификация ремонтируемых элементов вагона;</li> <li>- обобщённая модель эксплуатации. Описание, особенности;</li> <li>- упрощённая модель эксплуатации. Допущения. Определение исла отказов за время t. Аункция</li> </ul>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<p>распределения для описания отказов ремонтируемых изделий. Функция распределения двух случайных аргументов. Интенсивность отказов, параметр потока отказов;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- модель эксплуатации деталей типа 2.1.1. Стационарное выражение коэффициента готовности;</li> <li>- реальна модель эксплуатации. Особенности. Коэффициент готовности. Влияние наработки со скрытым отказом на безопасность движения. Пример.</li> </ul>
5	<p><b>Источники первичной информации о надёжности вагонов</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- схемы протоколирования, сбора и накопления информации о техническом состоянии вагонов на железнодорожном транспорте;</li> <li>- информационная система ЖТСВ, вагонные учётные формы, классификаторы информационных систем вагонного комплекса;</li> <li>- группы надёжности;</li> <li>- стендовые и ускоренные испытания, форсированные испытания;</li> <li>- математическое моделирование;</li> <li>- испытания на надёжность;</li> <li>- анализ схем. Эталонная схема сбора первичной информации.</li> </ul>
6	<p><b>Статистическое толкование показателей надёжности</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- испытания на надёжность. Виды испытаний. Программа испытаний;</li> <li>- планы испытаний на надёжность;</li> <li>- определение количества деталей в эксперименте;</li> <li>- классификация выборок;</li> <li>- источники первичной информации;</li> <li>- этапы обработки выборки. Предварительная обработка выборок. Проверка однородности выборки;</li> <li>- математическая обработка результатов эксперимента;</li> <li>- метод максимального правдоподобия. Точечные оценки параметров законов распределения;</li> <li>- интервальные оценки параметров законов распределений. Пример получения доверительных интервалов требуемой точности;</li> <li>- проверка качества точечных оценок. Критерий Колмогорова. Критерий "хи"-квадрат;</li> <li>- эмпирические функции распределения. Единичная функция Хевисайда. Метод Фисшбейна. Метод Джонсона;</li> <li>- контрольные испытания на надёжность. Правила проведения;</li> <li>- метод последовательных испытаний;</li> <li>- метод однократной выборки.</li> </ul>
7	<p><b>Надёжность систем</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- понятие системы. Порядок системы;</li> <li>- правила составления расчётной схемы системы;</li> <li>- классификация элементов;</li> <li>- классификация связей и классификация систем;</li> <li>- технология построения расчётной схемы системы (вагона);</li> <li>- структурные функции систем. Булевы переменные. Типовые последовательная, параллельная структуры. структура с m исправными из n. Последовательно-параллельные структуры. Параллельно-последовательные структуры;</li> <li>- системы с приводимой и неприводимой структурой;</li> <li>- метод структурных схем. Суть метода. Допущения и ограничения. Типовые структуры;</li> <li>- метод перебора состояний. Технология реализации. Пример применения для структуры с m исправными из 5;</li> <li>- метод логических схем. Основные положения алгебры логики;</li> <li>- метод минимальных путей. Технология. Пример мостиковой схемы;</li> <li>- метод минимальных сечений. Технология. Пример мостиковой схемы;</li> </ul>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- метод разложения по базовому элементу. Технология. Пример;</li> <li>- метод дерева событий (дерева отказов). Правила построения. Условные обозначения и операторы;</li> <li>- соответствие древовидных и простейших двухполюсных структур;</li> <li>- процедура построения. Пример построения древовидной структуры для электродвигателя;</li> <li>- переход от древовидной структуры с повторяющимися событиями к двухполюсной. Применение метода минимальных сечений. Пример перехода;</li> <li>- использование алгебры логики для древовидной структуры. Структурная схема системы управления автономного рефрижераторного вагона;</li> <li>- графовый метод. Элементы со многими состояниями;</li> <li>- надёжность ремонтируемых систем. Граф переходов состояний. Пример. Матрица переходов состояний;</li> <li>- марковский случайный процесс. Установившиеся режимы для графов связанной структуры. Рекуррентная формула Маркова. Марковские случайные процессы;</li> <li>- система уравнений Колмогорова. Пример применения графового метода для системы с двумя переходами (отказ - восстановление) - ремонтируемых систем.</li> <li>- надёжность систем со многими состояниями. Пример построения модели надёжности электровоздухораспределителя.</li> </ul>
8	<p>Связь показателей надёжности и безопасности.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- понятие безопасности. Проблемы;</li> <li>- действующая классификация случаев нарушения безопасности движения поездов на железнодорожном транспорте;</li> <li>- партер безопасности вагона (обеспечение безопасной эксплуатации вагонов);</li> <li>- вероятностная модель схода вагона с рельсов. Построение дерева событий. Переход от древовидной к двухполюсной структуре. Пример дерева событий относительно столкновения поезда;</li> <li>- концепция глубокоэшелонированной защиты вагона от аварий и крушений;</li> <li>- упрощённая оценка параметра безопасности вагона;</li> <li>- обобщённая методика оценки параметра безопасности вагона;</li> <li>- оценка оптимальной периодичности контроля технического состояния вагона на ПТО и управление рисками.</li> </ul>
9	<p>Заключение</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- обзорная лекция по курсу.</li> </ul>

## 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"> <li>- применения действующих классификаторов при анализе информации об отказах вагонов;</li> <li>- формирования выборки наработок до отказов в соответствии со стандартным планом испытаний на надёжность;</li> <li>- построения частотных графиков;</li> <li>- практического исследования зависимости представления частотных графиков от заданной длины интервалов и вырождения законов распределения.</li> </ul>
2	<p>Формирование выборок наработок до интересующих отказов в соответствии со</p>

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
	<p>стандартным планом испытаний на надёжность</p> <p>В результате выполнения работы будут получены знания и сформированы навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования выборки наработок до отказов из базы ЖТСВ;</li> <li>- предварительного анализа статистической информации и определения наименее надёжных элементов конструкции;</li> <li>- построения графиков распределений числа отказов между элементами конструкции, узлами, по причинам возникновения;</li> <li>- формирования выборки наработок до отказов (по заданной неисправности) по стандартному плану испытаний на надёжность.</li> </ul>
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"> <li>- единичная функция Хевиссайда;</li> <li>- построение экспериментальных функций распределения для полных выборок;</li> <li>- построение экспериментальных функций распределения для неполных однократноусечённых выборок;</li> <li>- построение эмпирической функции распределения для заданного отказа.</li> </ul>
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"> <li>- применения универсальных программ для определения точечных оценок параметров законов распределения наработок до отказов;</li> <li>- применения метода максимального правдоподобия для неполных выборок и экспоненциального закона распределения;</li> <li>- получения точечных оценок параметра закона распределения наработки до заданного отказа в предположении экспоненциальности модели отказа.</li> </ul>
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"> <li>- применения метода максимального правдоподобия для неполных выборок при законе распределения Вейбула-Гнеденко;</li> <li>- применения универсальных программ для выполнения расчётов;</li> <li>- применения метода сканирования;</li> <li>- применения графического метода решения уравнения при определении параметра формы;</li> <li>- применения метода последовательных приближений;</li> <li>- получения точечных оценок параметров закона распределения для заданной выборки.</li> </ul>
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"> <li>- построения функция Фисшбейна и технология построения;</li> <li>- построения функция Джонсона и технология построения;</li> <li>- построения эмпирических функций распределения для тестового примера;</li> <li>- построения эмпирических функций распределения для неполной многократноусечённой выборки;</li> <li>- построения эмпирической функции распределения для заданного отказа.</li> </ul>
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"> <li>- выполнения всех этапов решения задачи получения точечных оценок показателей надёжности на основе статистической информации;</li> <li>- обоснования моделей отказов;</li> </ul>

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- математической обработки результатов эксперимента, получения точечных оценок параметров законов распределения наработки до заданного отказа;</li> <li>- построения эмпирической функции распределения и применения критериев согласия;</li> <li>- получения показателей безотказности.</li> </ul>
8	<p><b>Применение метода максимального правдоподобия для сильно усечённых выборок</b>  В результате выполнения работы будут получены знания и сформированы навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применения технологии получения точечных оценок показателей надёжности при сильноусечённых выборках.</li> </ul>

### Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	<p><b>Определение вероятности событий</b>  В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применения основных понятий теории вероятности, используемых в дисциплине;</li> <li>- применения классификации событий, понятий меры случайности событий;</li> <li>- применения меры зависимости событий;</li> <li>- применения понятия событие, как подпространство элементарных исходов, вероятность событий;</li> <li>- применения понятия неограниченное пространство элементарных исходов;</li> <li>- применения понятий частота и вероятность события;</li> <li>- применения теорем о вероятности суммы и произведения событий.</li> </ul>
2	<p><b>Оптимизация числа холодильных машин автоматизированного рефрижераторного вагона</b>  В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применения теорем теории вероятности для оценки вероятности доставки груза;</li> <li>- исследования зависимости вероятности доставки груза от числа холодильных машин;</li> <li>- обоснования оптимального числа холодильных машин АРВ;</li> <li>- применения понятия горячего и холодного резервирования;</li> <li>- обоснования мероприятий для повышения надёжности доставки груза в АРВ.</li> </ul>
3	<p><b>Случайные величины и получение законов распределения</b>  В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применения понятий случайной величины и величины, используемых для описания надёжности;</li> <li>- применения понятий дискретных и непрерывных случайных величин;</li> <li>- применения понятия закон распределения случайных величин, видов представления, свойств;</li> <li>- построения ряда распределения, функции распределения, плотности распределения случайных величин.</li> </ul>
4	<p><b>Получение числовых характеристик случайных величин</b>  В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определения числовых характеристик случайных величин и их взаимосвязи, характеристик положения на числовой оси, характеристики рассеивания;</li> <li>- определения моды;</li> <li>- определения альфа-квантили случайной величины;</li> <li>- определения медианы распределения;</li> <li>- определения математического ожидания;</li> <li>- определения момента второго порядка;</li> <li>- определения дисперсии;</li> <li>- определения средне-квадратического отклонения.</li> </ul>
5	<p><b>Применение формулы Байеса, формулы полной вероятности и теоремы о повторении опытов для решения проблемных практических задач</b>  В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки:</p>

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- применения формулы полной вероятности, использования её в надёжности;</li> <li>- применения теоремы Байеса, её использования;</li> <li>- применения теоремы о повторении опытов, её использования;</li> <li>- применения понятия биномиального коэффициента и биномиального распределения.</li> </ul>
6	<p><b>Моделирование выборочного контроля технического состояния</b></p> <p>В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- исследования проблемы качества выборочного контроля на основе замечательных теорем теории вероятностей;</li> <li>- решения проблемной задачи по определению среднего числа дефектных деталей принятых контролёром при проведении выборочного контроля;</li> <li>- применения правил выборочного контроля вагонных деталей (по стандартам).</li> </ul>
7	<p><b>Моделирование сплошного контроля технического состояния</b></p> <p>В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применения теории вероятностей для оценки качества сплошного контроля качества.</li> </ul>
8	<p><b>Анализ ремонтпригодности вагона применительно к текущему техническому содержанию</b></p> <p>В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализа требований нормативной документации к колёсным парам вагонов в условиях эксплуатации;</li> <li>- применения нормативной документации по эксплуатации вагонов;</li> <li>- применения классификации отказов колёсных пар вагонов;</li> <li>- анализа ремонтпригодности по назначению колёсной пары по остроконечному накату гребня при использовании вагона;</li> <li>- анализа ремонтпригодности при использовании вагона и определение направлений и мероприятий для её повышения на примере колёсных пар.</li> </ul>
9	<p><b>Оценка ремонтпригодности вагона применительно к ремонту крупного объёма (деповскому и капитальному)</b></p> <p>В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- поиска требований в нормативной документации к колёсным парам вагонов при плановом ремонте;</li> <li>- применения нормативной документации по ремонту колёсных пар;</li> <li>- анализа ремонтпригодности по назначению колёсной пары по остроконечному накату гребня в условиях планового ремонта;</li> <li>- анализа ремонтпригодности в условиях планового ремонта и определение направлений и мероприятий для её повышения на примере колёсных пар.</li> </ul>
10	<p><b>Моделирование работы системы контроля нагрува букс и выбор оптимальной схемы</b></p> <p>В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применения теории вероятностей при анализе работы бортовых систем безопасности вагонов;</li> <li>- решения проблемной задачи: выбора оптимальной схемы СКНБ;</li> <li>- формирования предложений для повышения безопасности вагонов.</li> </ul>
11	<p><b>Оценка остаточного ресурса деталей, безотказно проработавших время <math>t</math>.</b></p> <p>В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расчётного обоснования долговечности подшипников типовой буксы. Расчётных методов определения показателей надёжности;</li> <li>- оценки остаточного ресурса с использованием вероятностных моделей надёжности неремонтируемых изделий;</li> <li>- оценки остаточного ресурса при законе распределения Вейбула-Гнеденко;</li> <li>- построения плана контролей технического состояния вагона при обеспечении требуемого уровня надёжности в межремонтный период.</li> </ul>
12	<p><b>Моделирование плана контроля технического состояния деталей при различных моделях отказов</b></p> <p>В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки:</p>

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	- оценки остаточного ресурса при экспоненциальном распределении; - построения плана контролей технического состояния вагона при обеспечении требуемого уровня надёжности в межремонтный период.
13	Применение нормального нормализованного закона распределения В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки: - применения нормализованного нормального распределения при решении практических задач; - построения плана контролей технического состояния вагона при обеспечении требуемого уровня надёжности в межремонтный период.
14	Исследование проблемной задачи. Оптимизация распределения надёжности между элементами вагонных конструкций. В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки: - применения метода динамического программирования при решении проблемной задачи; - формирования требований к надёжности элементов вагонных конструкций для обеспечения требуемой безотказности вагона.
15	Генерирование случайных величин, подчиняющихся различным законам распределения. В результате занятия будут получены знания и сформированы навыки: - 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	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 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.	НТБ (уч.3); НТБ (уч.6); НТБ (фб.); НТБ (чз.2)
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	<a href="http://195.245.205.171:8087/jirbis2/books/scanbooks_new/04-78254.pdf">http://195.245.205.171:8087/jirbis2/books/scanbooks_new/04-78254.pdf</a> . (дата обращения 02.02.2022) -Текст электронный.
6	Оценка показателей надёжности вагонов : методические указания к	НТБ (уч.26); НТБ (фб.); НТБ (чз.2)

<p>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.</p>	
---	--

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

Электронно-библиотечная система Научно-технической библиотеки МИИТ (<http://library.miit.ru/>)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

1. Операционная система Microsoft Windows;

2. Microsoft Internet Explorer (или другой браузер);

3. Microsoft Office 365;

4. Система автоматизированного проектирования Autocad;

5. Система автоматизированного проектирования Компас;

6. Специализированная программа Mathcad;

7. При проведении занятий с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, могут применяться следующие средства коммуникаций: ЭИОС РУТ(МИИТ), Microsoft Teams, электронная почта, скайп, WhatsApp и т.п.

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

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

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

А.А. Иванов

Согласовано:

Заведующий кафедрой ВВХ  
Председатель учебно-методической  
комиссии

Г.И. Петров

С.В. Володин