

**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 магистратуры  
по направлению подготовки  
15.04.01 Машиностроение,  
утвержденной РУТ (МИИТ)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Надежность и диагностика технологических систем**

Направление подготовки: 15.04.01 Машиностроение

Направленность (профиль): Технология машиностроения

Форма обучения: Заочная

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:  
Подписал:  
Дата: 01.06.2023

### 1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью освоения учебной дисциплины « Надежность и диагностика технологических систем» является:

- обучение студентов основам положениям теории надёжности, её применения в практической деятельности для анализа и расчёта показателей надёжности тягового подвижного состава.

Задачей освоения учебной дисциплины «Надежность и диагностика технологических систем» является:

- приобретение студентами профессиональных компетенций и установление связи между естественнонаучными и специальными дисциплинами.

### 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

**ОПК-10** - Способен разрабатывать методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий;

**ПК-1** - Способен к участию в процессах технологического обеспечения качества и инновационному управлению машиностроительным производством.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

#### **Владеть:**

Владеть: математическими и статистическими методами для оценки и анализа показателей надёжности изделий машиностроительной отрасли

#### **Примерный перечень тем/заданий :**

Уметь: использовать математические и статистические методы для оценки и анализа показателей надёжности изделий машиностроительной отрасли.

#### **Примерный перечень тем/заданий :**

Знать и понимать: математические и статистические методы для оценки и анализа показателей надёжности изделий машиностроительной отрасли

### 3. Объем дисциплины (модуля).

### 3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 7 з.е. (252 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	
		№4	№5
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	50	10	40
В том числе:			
Занятия лекционного типа	14	4	10
Занятия семинарского типа	36	6	30

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 202 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	Основы теории вероятностей и математической статистики Рассматриваемые вопросы: - История развития теории надежности. Термины и определения

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
2	<b>Основы теории вероятностей и математической статистики</b> Рассматриваемые вопросы: - основы теоремы теории вероятностей; - распределение случайных величин
3	<b>Основы теории вероятностей и математической статистики</b> Рассматриваемые вопросы: - числовые характеристики распределений случайных величин; - краткие сведения о статистических методах обработки экспериментальных данных
4	<b>Физические основы теории надежности</b> Рассматриваемые вопросы: - причины изменения работоспособного состояния подвижного состава; - факторы, влияющие на надежность объектов при их эксплуатации
5	<b>Физические основы теории надежности</b> Рассматриваемые вопросы: - статистические методы обработки экспериментальных данных о надёжности тягового подвижного состава; - разработка методов получения научно обоснованных выводов о массовых явлениях и процессах из анализа данных наблюдений или экспериментов, в т.ч. производственных экспериментов
6	<b>Физические основы теории надежности</b> Рассматриваемые вопросы: - наблюдение за эксплуатацией объектов, составляющих генеральную совокупность; - статистическая оценка параметров генеральной совокупности.
7	<b>Безотказность подвижного состава</b> Рассматриваемые вопросы: - отказ и безотказная работа; - средняя наработка до отказа технических объектов.
8	<b>Показатели безотказности невосстанавливаемых технических объектов</b> Рассматриваемые вопросы: - статистическая оценка вероятности безотказной работы и средней наработки до отказа технических объектов; - гамма-процентная наработка до отказа технических объектов
9	<b>Показатели безотказности невосстанавливаемых технических объектов</b> Рассматриваемые вопросы: - гамма-процентная наработка до отказа технических объектов; - интенсивность отказов технических объектов
10	<b>Показатели безотказности невосстанавливаемых технических объектов</b> Рассматриваемые вопросы: - статистическая оценка интенсивности отказов технических объектов; - зависимость интенсивности отказов от наработки
11	<b>Показатели безотказности невосстанавливаемых технических объектов</b> Рассматриваемые вопросы: - взаимосвязь между показателями безотказности невосстанавливаемых технических объектов; - экспоненциальный закон надежности технических объектов; - простейший поток отказов технических объектов
12	<b>Расчёт показателей безотказности восстанавливаемых элементов</b> Рассматриваемые вопросы: - средняя наработка между отказами; - статистическая оценка параметра потока отказов технических объектов; - статистическая оценка средней наработки между отказами технических объектов.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
13	Расчёт показателей безотказности восстанавливаемых элементов Рассматриваемые вопросы: - взаимосвязь между показателями безотказности восстанавливаемых технических объектов
14	Основы ремонтпригодности оборудования подвижного состава Рассматриваемые вопросы: - ремонтпригодность как одно из важнейших свойств конструкции технических объектов; - понятия и терминология в области ремонтпригодности машин; - характеристика факторов, определяющих ремонтпригодность технических объектов
15	Показатели ремонтпригодности технических объектов Рассматриваемые вопросы: - вероятность восстановления; - среднее время восстановления - статистическая оценка вероятности восстановления и времени восстановления
16	Показатели ремонтпригодности технических объектов Рассматриваемые вопросы: - интенсивность восстановления; - статистическая оценка интенсивности восстановления; - гамма-процентное время восстановления
17	Сохраняемость и долговечность подвижного состава. Показатели сохраняемости Рассматриваемые вопросы: - гамма-процентный срок сохраняемости; - коэффициент технической готовности; - коэффициент внутренней готовности, коэффициент оперативной готовности
18	Сохраняемость и долговечность подвижного состава. Долговечность Рассматриваемые вопросы: - гамма-процентный ресурс; - гамма-процентный срок службы; - назначенный и рекомендуемый срок службы
19	Анализ надежности подвижного состава в эксплуатации Рассматриваемые вопросы: - определение показателей безотказности оборудования подвижного состава по информации о контролируемых параметрах; - надежность устройства на основании надежности отдельных элементов при их различных соединениях

#### 4.2. Занятия семинарского типа.

##### Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Гамма-процентная наработка до отказа технических объектов Рассматриваемые вопросы: - Оценка вероятностей безотказной работы и гамма-процентной наработке до отказа.
2	Простейший поток отказов технических объектов Рассматриваемые вопросы: - расчет показателей безотказности; - расчет функции вероятностей безотказной работы, вероятности отказов и среднее значение наработки до отказа.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
3	<p><b>Показатели безотказности восстанавливаемых технических объектов</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Расчет функции вероятностей безотказной работы, вероятности отказов и среднее значение наработки до отказа восстанавливаемых технических объектов.</li> </ul>
4	<p><b>Показатели ремонтпригодности технических объектов. Экспоненциальный закон распределения времени восстановления</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определение закона распределения продолжительности непланового ремонта</li> </ul>
5	<p><b>Показатели долговечности</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определение величины 90-го ресурса</li> </ul>
6	<p><b>Имитационное моделирование</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определение оптимального количества локомотивов для обслуживания заданного потока поездов с использованием статистической (имитационной) модели.</li> </ul>
7	<p><b>Статистические методы обработки экспериментальных данных о надёжности ТПС</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- построение гистограммы, теоретической функции плотности распределения наработки до ремонта и подбор вида закона распределения</li> </ul>
8	<p><b>Основы теории марковских процессов</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- составление графа переходов для заданной матрицы переходов;</li> <li>- запись уравнения Маркова для рассматриваемого графа переходов;</li> <li>- расчёт вероятности нахождения системы в каждом состоянии до момента, когда эти вероятности перестанут изменяться с увеличением номера шага расчета;</li> <li>- построение зависимости вероятностей нахождения системы в каждом из состояний от номера шага расчета.</li> </ul>
9	<p><b>Основы теории марковских процессов</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расчёт вероятности безотказной работы и среднюю наработку до отказа системы, имеющей различную схему соединения элементов</li> </ul>
10	<p><b>Расчёт показателей безотказности систем при последовательном, параллельном и смешанном соединении элементов</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- рассчитать вероятность безотказной работы и среднюю наработку до отказа системы, имеющей следующую надёжностную схему соединения элементов.</li> </ul>
11	<p><b>Расчёт надёжности систем с использованием теории непрерывных марковских процессов</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расчет надёжности системы при ненагруженном резервировании элементов;</li> <li>- резервирование с восстановлением работоспособности отказавших элементов;</li> <li>- определение вероятности безотказной работы системы.</li> </ul>
12	<p><b>Определение показателей безотказности оборудования подвижного состава по информации о контролируемых параметрах</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расчет функции распределения ресурса и определение гамма-процентного ресурса по информации о толщине зуба шестерни тягового редуктора;</li> <li>- расчет функции распределения ресурса и определение гамма-процентного ресурса по информации о прокате бандажа колесной пар</li> </ul>

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Решение задач индивидуального задания
2	Подготовка к практическим занятиям
3	Подготовка к промежуточной аттестации.
4	Работа с лекционным материалом с литературой, самостоятельное изучение разделов
5	Выполнение курсовой работы.
6	Подготовка к контрольной работе.
7	Подготовка к промежуточной аттестации.
8	Подготовка к текущему контролю.

#### 4.4. Примерный перечень тем видов работ

##### 1. Примерный перечень тем контрольных работ

##### Контрольные работы 1 часть:

1. Надёжность, как определяющее свойство технической системы, безотказность, ремонтпригодность, долговечность, сохраняемость – основные составляющие надёжности.
2. Отказы объектов, их классификация. Определение надёжности автоматизированных систем.
3. Показатели безотказности систем: вероятность безотказной работы, средняя наработка на отказ, интенсивность отказов, связь между ними.
4. Комплексные показатели безотказности и ремонтпригодности.
5. Потоки отказов: простейший стационарный и нестационарный пуассоновские потоки.
6. Основные законы распределения отказов при расчётах надёжности: Пуассона, экспоненциальный, Вейбулла, распределение Гаусса.
7. Способы преобразования сложных структурных схем надёжности.
9. Методы оценки надёжности систем при появлении внезапных и постепенных отказов.
10. Метод поправочных коэффициентов на условия при расчёте надёжности.

## Контрольные работы 2 часть

1. Коэффициентный метод расчёта надёжности.
2. Расчёт надёжности механических систем по основным критериям.
3. Резервирование – основной метод повышения надёжности систем.
4. Виды резервирования. Расчёт надёжности систем при пассивном резервировании
5. Активный нагруженный резерв. Резервирование с дробной кратностью.
6. Мажоритарное резервирование. Анализ надёжности резервированных систем с учётом различного характера отказов устройств.
7. Оценка показателей надёжности восстанавливаемых систем со структурным резервированием.
8. Расчёт надёжности систем с информационной избыточностью.
9. Расчёт надёжности систем с временной избыточностью.
10. Расчёт надёжности систем с пополняемым и не пополняемым временными резервами.

## 2. Примерный перечень тем курсовых работ

1. Определение вероятности безотказной работы машиностроительного изделия по вариантам.
2. Разработка комплекса ЗИП, как средство обеспечения заданного уровня надёжности системы (по вариантам)

## 5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Надёжность локомотивов В.А. Четвергов, А.Д. Пузанков; Под ред. В.А. Четвергова Однотомное издание Маршрут , 2003	НТБ (уч.2); НТБ (уч.6); НТБ (фб.); НТБ (чз.2)
2	Расчёт показателей надёжности тягового подвижного состава : учебное пособие / А. А. Воробьёв, А. В. Горский, А. В. Скребков, Д. С. Шутов. — Москва : РУТ (МИИТ), 2020 — Часть 1 : Расчёт показателей надёжности — 2020. — 165 с. — Текст : электронный	Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/175847">https://e.lanbook.com/book/175847</a> (дата обращения: 08.12.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3	Расчёт показателей надёжности тягового подвижного состава : учебное пособие / А. А.	Лань : электронно-библиотечная система. — URL:



	Воробьев, А. В. Горский, А. В. Скребков, Д. М. Маяков. — Москва : РУТ (МИИТ), 2020 — Часть 2 : Расчет показателей надёжности сложных систем — 2020. — 88 с. — Текст : электронный	<a href="https://e.lanbook.com/book/175848">https://e.lanbook.com/book/175848</a> (дата обращения: 08.12.2022)
1	Надежность электроподвижного состава А.В. Горский, А.А. Воробьев Однотомное издание Маршрут , 2005	НТБ (уч.3); НТБ (уч.6); НТБ (фб.); НТБ (чз.1); НТБ (чз.2)

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

Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miit.ru>).

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

Используется программное обеспечение, разработанное на кафедре «электропоезда и локомотивы» РУТ (МИИТ).

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

Используется мультимедийная аудитория и компьютерный класс.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 4 семестре.

Курсовая работа в 5 семестре.

Экзамен в 5 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

старший преподаватель кафедры  
«Технология транспортного  
машиностроения и ремонта  
подвижного состава»

Ю.Ю. Комаров

Согласовано: