

**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 - программа магистратуры  
по направлению подготовки  
15.04.01 Машиностроение,  
утвержденной первым проректором ФГАОУ ВО  
РУТ (МИИТ) Тимониным В.С.

**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 ФГАОУ ВО РУТ  
(МИИТ)

ID подписи: 87771

Подписал: заведующий кафедрой Куликов Михаил Юрьевич

Дата: 01.09.2026

## 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<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- История развития теории надежности. Термины и определения |
| 2     | Основы теории вероятностей и математической статистики<br>Рассматриваемые вопросы:                                                                |

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

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

## 4.2. Занятия семинарского типа.

### Практические занятия

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

| №<br>п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3        | Показатели безотказности восстанавливаемых технических объектов<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- Расчет функции вероятностей безотказной работы, вероятности отказов и среднее значение наработки до отказа восстанавливаемых технических объектов.                                                                                                                                                                                                                    |
| 4        | Показатели ремонтпригодности технических объектов. Экспоненциальный закон распределения времени восстановления<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- определение закона распределения продолжительности непланового ремонта                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 5        | Показатели долговечности<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- определение величины 90-го ресурса                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 6        | Имитационное моделирование<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- определение оптимального количества локомотивов для обслуживания заданного потока поездов с использованием статистической (имитационной) модели.                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 7        | Статистические методы обработки экспериментальных данных о надёжности ТПС<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- построение гистограммы, теоретической функции плотности распределения наработки до ремонта и подбор вида закона распределения                                                                                                                                                                                                                               |
| 8        | Основы теории марковских процессов<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- составление графа переходов для заданной матрицы переходов;<br>- запись уравнения Маркова для рассматриваемого графа переходов;<br>- расчёт вероятности нахождения системы в каждом состоянии до момента, когда эти вероятности перестанут изменяться с увеличением номера шага расчета;<br>- построение зависимости вероятностей нахождения системы в каждом из состояний от номера шага расчета. |
| 9        | Основы теории марковских процессов<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- расчёт вероятности безотказной работы и среднюю наработку до отказа системы, имеющей различную схему соединения элементов                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 10       | Расчёт показателей безотказности систем при последовательном, параллельном и смешанном соединении элементов<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- рассчитать вероятность безотказной работы и среднюю наработку до отказа системы, имеющей следующую надёжностную схему соединения элементов.                                                                                                                                                                               |
| 11       | Расчёт надёжности систем с использованием теории непрерывных марковских процессов<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- расчет надёжности системы при ненагруженном резервировании элементов;<br>- резервирование с восстановлением работоспособности отказавших элементов;<br>- определение вероятности безотказной работы системы.                                                                                                                                        |
| 12       | Определение показателей безотказности оборудования подвижного состава по информации о контролируемых параметрах<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- расчет функции распределения ресурса и определение гамма-процентного ресурса по информации о толщине зуба шестерни тягового редуктора;<br>- расчет функции распределения ресурса и определение гамма-процентного ресурса по информации о прокате бандажа колесной пар                                                 |

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

| №<br>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. Воробьёв, 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 | Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <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.mii.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:

Заведующий кафедрой ТМСУИ

М.Ю. Куликов

Председатель учебно-методической  
комиссии

Н.А. Андриянова