

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИТТСУ



П.Ф. Бестемьянов

26 мая 2020 г.



Кафедра «Вагоны и вагонное хозяйство»

Авторы Устич Пётр Андреевич, д.т.н., профессор  
Иванов Александр Анатольевич, к.т.н., доцент

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Основы теории надёжности**

|                          |   |
|--------------------------|---|
| Специальность:           | <u>23.05.03 – Подвижной состав железных дорог</u> |
| Специализация:           | <u>Грузовые вагоны</u>                            |
| Квалификация выпускника: | <u>Инженер путей сообщения</u>                    |
| Форма обучения:          | <u>очная</u>                                      |
| Год начала подготовки    | <u>2020</u>                                       |

|   |  |
|---|--|
| <p style="text-align: center;">Одобрено на заседании<br/>Учебно-методической комиссии института<br/>Протокол № 10<br/>26 мая 2020 г.<br/>Председатель учебно-методической<br/>комиссии</p>  <p style="text-align: right;">С.В. Володин</p> | <p style="text-align: center;">Одобрено на заседании кафедры</p> <p style="text-align: center;">Протокол № 14<br/>21 мая 2020 г.<br/>Заведующий кафедрой</p>  <p style="text-align: right;">Г.И. Петров</p> |
|---|--|

Рабочая программа учебной 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: 21.05.2020

Москва 2020 г.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины «Основы теории надёжности» – изучение студентами основ теории надёжности, необходимых для качественного проектирования, изготовления и эксплуатации подвижного состава.

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

производственно-технологической;

организационно-управленческой;

проектно-конструкторской;

научно-исследовательской.

Дисциплина предназначена для получения знаний при решении следующих профессиональных задач (в соответствии с видами деятельности):

производственно-технологическая:

- использования типовых методов расчёта надёжности элементов подвижного состава, анализа брака и выпуска некачественной продукции; разработки методов расчёта надёжности, технического контроля и испытания продукции;

организационно-управленческая деятельность:

- 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;

проектно-конструкторская деятельность:

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

научно-исследовательская деятельность:

- научных исследований в области эксплуатации и производства подвижного состава железнодорожного транспорта, 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. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО**

Учебная дисциплина "Основы теории надёжности" относится к блоку 1 "Дисциплины (модули)" и входит в его базовую часть.

### **2.1. Наименования предшествующих дисциплин**

Для изучения данной дисциплины необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

#### **2.1.1. Математика:**

Знания: основные положения теории вероятностей

Умения: применять основные теоремы теории вероятностей

Навыки: формирования законов распределения случайных величин и определения их числовых характеристик

#### **2.1.2. Эксплуатация и основы технического обслуживания вагонов и оборудования:**

Знания: виды отказов элементов конструкций вагонов

Умения: применять знания о причинах отказов

Навыки: оценки технического состояния деталей и узлов в эксплуатации

#### **2.1.3. Эксплуатация и техническое обслуживание грузовых вагонов и контейнеров:**

Знания: виды отказов элементов конструкций вагонов

Умения: применять знания о причинах возникновения отказов

Навыки: оценки технического состояния деталей и узлов в эксплуатации

### **2.2. Наименование последующих дисциплин**

Результаты освоения дисциплины используются при изучении последующих учебных дисциплин:

#### **2.2.1. Вагонное хозяйство**

Знания: правил проведения испытаний на надёжность, порядка формирования и обработки первичной статистической информации об отказах

Умения: формировать вероятностные модели надёжности неремонтируемых изделий

Навыки: навыками применения метода максимального правдоподобия и критериев согласия при обработке результатов испытаний на надёжность

#### **2.2.2. Надёжность рельсового нетягового подвижного состава**

Знания: потятийный аппарат теории надёжности, вероятностные модели и показатели надёжности, экспериментальные методы оценки показателей надёжности, основные положения определения надёжности простейших систем

Умения: определять точечные оценки показателей надёжности; применять основы теории вероятностей при определении надёжности простейших систем

Навыки: применения основ теории надёжности и вероятностных моделей в инженерном деле



**3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ),  
СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

В результате освоения дисциплины студент должен:

| № п/п | Код и название компетенции   | Ожидаемые результаты  |
|-------|--|---|
| 1     | ОПК-4 Способен выполнять проектирование и расчёт транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов. | ОПК-4.5 Использует методы расчета надежности систем при проектировании транспортных объектов. |

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ И АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСАХ

##### 4.1. Общая трудоемкость дисциплины составляет:

4 зачетные единицы (144 ак. ч.).

##### 4.2. Распределение объема учебной дисциплины на контактную работу с преподавателем и самостоятельную работу обучающихся

| Вид учебной работы   | Количество часов        |           |
|--|-------------------------|-----------|
|  | Всего по учебному плану | Семестр 7 |
| Контактная работа  | 66                      | 66,15     |
| Аудиторные занятия (всего):  | 66                      | 66        |
| В том числе:   |                         |           |
| лекции (Л)   | 32                      | 32        |
| практические (ПЗ) и семинарские (С)                                | 34                      | 34        |
| Самостоятельная работа (всего)                                     | 78                      | 78        |
| ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, часы:                               | 144                     | 144       |
| ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, зач.ед.:                            | 4.0                     | 4.0       |
| Текущий контроль успеваемости (количество и вид текущего контроля) | ПК1, ПК2                | ПК1, ПК2  |
| Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)                     | ЗаО                     | ЗаО       |

### 4.3. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

| № п/п | Семестр | Тема (раздел) учебной дисциплины   | Виды учебной деятельности в часах/<br>в том числе интерактивной форме |    |       |     |    |       | Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации |
|-------|---------|--|---|----|-------|-----|----|-------|---|
|       |         |  | Л   | ЛР | ПЗ/ТП | КСР | СР | Всего |   |
| 1     | 2       | 3  | 4   | 5  | 6     | 7   | 8  | 9     | 10  |
| 1     | 7       | Раздел 1<br>Особенности применения теории вероятностей в инженерных задачах теории надёжности.   | 8   |    | 8     |     | 22 | 38    |   |
| 2     | 7       | Тема 1.1<br>Введение. Место теории надёжности среди других дисциплин.<br>Детерминированные и вероятностные математические модели.<br>Особенности использования теории надёжности.  | 2   |    | 2     |     | 4  | 8     |   |
| 3     | 7       | Тема 1.2<br>Особенности применения математического аппарата теории вероятностей при решении задач надёжности.<br>Ограниченное и неограниченное пространство элементарных исходов и вероятность события.<br>Рассмотрение вопросов, вызвавших наибольшие затруднения по результатам входного контроля. | 2   |    | 2     |     | 6  | 10    |   |
| 4     | 7       | Тема 1.3<br>Случайные величины в теории надёжности и количественные характеристики событий. Законы распределения случайных величин.  | 2   |    | 2     |     | 6  | 10    |   |
| 5     | 7       | Тема 1.4   | 2   |    | 2     |     | 6  | 10    |   |

| № п/п | Семестр | Тема (раздел) учебной дисциплины  | Виды учебной деятельности в часах/<br>в том числе интерактивной форме |    |       |     |    |       | Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации |
|-------|---------|---|---|----|-------|-----|----|-------|---|
|       |         |   | Л   | ЛР | ПЗ/ПП | КСР | СР | Всего |   |
| 1     | 2       | 3   | 4   | 5  | 6     | 7   | 8  | 9     | 10  |
|       |         | Некоторые замечательные теоремы   |   |    |       |     |    |       |   |
| 6     | 7       | Раздел 2<br>Понятийный аппарат теории надёжности, учение об отказах технических средств.  | 8   |    | 8     |     | 10 | 26    |   |
| 7     | 7       | Тема 2.1<br>Основные понятия теории надёжности. Объекты, случайные события, состояния теории надёжности. Схема перехода состояний объектов. Виды отказов, трактовка отказов, состояния, причины возникновения отказов. Свойство надёжности, качественные характеристики надёжности. | 2   |    | 2     |     | 10 | 14    |   |
| 8     | 7       | Тема 2.2<br>Классификация отказов. Причины возникновения отказов  | 2   |    | 2     |     |    | 4     |   |
| 9     | 7       | Тема 2.3<br>Единичные и комплексные показатели свойств надёжности.  | 2   |    | 2     |     |    | 4     |   |
| 10    | 7       | Тема 2.4<br>Этапы обеспечения надёжности техники. Требования к надёжности конструкций   | 2   |    | 2     |     |    | 4     |   |
| 11    | 7       | Раздел 3<br>Вероятностные модели надёжности   | 8   |    | 8     |     | 6  | 22    |   |
| 12    | 7       | Тема 3.1<br>Классификация моделей надёжности (простейшая). Вероятностные  | 2   |    | 2     |     | 6  | 10    |   |



| № п/п | Семестр | Тема (раздел) учебной дисциплины  | Виды учебной деятельности в часах/<br>в том числе интерактивной форме |    |       |     |    |       | Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации |
|-------|---------|---|---|----|-------|-----|----|-------|---|
|       |         |   | Л   | ЛР | ПЗ/ПП | КСР | СР | Всего |   |
| 1     | 2       | 3   | 4   | 5  | 6     | 7   | 8  | 9     | 10  |
|       |         | модели отказа неремонтируемых изделий и область их применения. Теоретические законы надёжности, стареющие законы надёжности. Показательное (экспоненциальное) распределение. Особенности, свойства, область применения. |   |    |       |     |    |       |   |
| 13    | 7       | Тема 3.2 Вероятностные модели отказа неремонтируемых изделий и область их применения. Нормальное, логарифмически нормальное распределения, распределение Рэлея. Особенности, свойства, область применения.              | 2   |    | 2     |     |    | 4     |   |
| 14    | 7       | Тема 3.3 Обоснование моделей отказов  | 2   |    | 2     |     |    | 4     |   |
| 15    | 7       | Тема 3.4 Ремонтируемые изделия. Классификация изделий. Обобщённая модель эксплуатации. Упрощённая модель эксплуатации ремонтируемых изделий. Реальная модель эксплуатации.  | 2   |    | 2     |     |    | 4     |   |
| 16    | 7       | Раздел 4 Статистическая трактовка показателей надёжности. Испытания на надёжность.  | 6   |    | 6     |     | 12 | 24    |   |
| 17    | 7       | Тема 4.1 Испытания на надёжность.   | 2   |    | 2     |     |    | 4     |   |

| № п/п | Семестр | Тема (раздел) учебной дисциплины   | Виды учебной деятельности в часах/<br>в том числе интерактивной форме |    |       |     |    |       | Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации |
|-------|---------|--|---|----|-------|-----|----|-------|---|
|       |         |  | Л   | ЛР | ПЗ/ПП | КСР | СР | Всего |   |
| 1     | 2       | 3  | 4   | 5  | 6     | 7   | 8  | 9     | 10  |
|       |         | Источники первичной информации. Планы испытаний на надёжность. Классификация выборок   |   |    |       |     |    |       |   |
| 18    | 7       | Тема 4.2<br>Анализ данных эксплуатационных наблюдений. Этапы обработки результатов эксперимента. Предварительный этап обработки данных. Математический этап обработки выборки. Точечные оценки параметров модели отказа. Метод максимального правдоподобия. Интервальные оценки. | 2   |    | 2     |     | 6  | 10    |   |
| 19    | 7       | Тема 4.3<br>Критерии согласия. Статистические функции распределения для полных и неполных выборок  | 2   |    | 2     |     | 6  | 10    |   |
| 20    | 7       | Раздел 5<br>Надёжность систем  | 2   |    | 4     |     | 8  | 14    |   |
| 21    | 7       | Тема 5.1<br>Понятие системы, классификация систем. Надёжность системы. Количественные показатели.  | 1   |    | 2     |     |    | 3     |   |
| 22    | 7       | Тема 5.2<br>Метод оценки надёжности систем с приводимой структурой. Надёжность простейших систем. Последовательное и параллельное соединение элементов. Метод  | 1   |    | 2     |     | 8  | 11    |   |

| №<br>п/п | Семестр | Тема (раздел)<br>учебной<br>дисциплины | Виды учебной деятельности в часах/<br>в том числе интерактивной форме |    |       |     |    |       | Всего | Формы<br>текущего<br>контроля<br>успеваемости и<br>промежу-<br>точной<br>аттестации |
|----------|---------|--|---|----|-------|-----|----|-------|-------|---|
|          |         |  | Л   | ЛР | ПЗ/ТП | КСР | СР | Всего |       |   |
| 1        | 2       | 3                                      | 4   | 5  | 6     | 7   | 8  | 9     | 10    |   |
|          |         | последовательного<br>упрощения схем.   |   |    |       |     |    |       |       |   |
| 23       |         | Всего:                                 | 32  |    | 34    |     | 78 | 144   |       |   |

#### 4.4. Лабораторные работы / практические занятия

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

Практические занятия предусмотрены в объеме 34 ак. ч.

| № п/п | № семестра | Тема (раздел) учебной дисциплины   | Наименование занятий  | Всего часов/ из них часов в интерактивной форме |
|-------|------------|--|---|---|
| 1     | 2          | 3  | 4   | 5   |
| 1     | 7          | РАЗДЕЛ 1<br>Особенности применения теории вероятностей в инженерных задачах теории надёжности.<br>Тема: Введение. Место теории надёжности среди других дисциплин.<br>Детерминированные и вероятностные математические модели. Особенности использования теории надёжности.   | Входной контроль знаний. Рассмотрение проблемной задачи определения качества продукции и надёжности на основе теории вероятностей.                                  | 2   |
| 2     | 7          | РАЗДЕЛ 1<br>Особенности применения теории вероятностей в инженерных задачах теории надёжности.<br>Тема: Особенности применения математического аппарата теории вероятностей при решении задач надёжности.<br>Ограниченное и неограниченное пространство элементарных исходов и вероятность события.<br>Рассмотрение вопросов, вызвавших наибольшие затруднения по результатам входного контроля. | Решение проблемной задачи: Определение надёжности АРВ с использованием основных понятий теории вероятностей. Определение оптимального количества холодильных машин. | 2   |

| № п/п | № семестра | Тема (раздел) учебной дисциплины   | Наименование занятий   | Всего часов/ из них часов в интерактивной форме |
|-------|------------|--|--|---|
| 1     | 2          | 3  | 4  | 5   |
| 3     | 7          | РАЗДЕЛ 1<br>Особенности применения теории вероятностей в инженерных задачах теории надёжности. Тема: Случайные величины в теории надёжности и количественные характеристики событий. Законы распределения случайных величин.   | Оптимальное распределение надёжности между элементами конструкции на основе метода динамического программирования.                           | 2   |
| 4     | 7          | РАЗДЕЛ 1<br>Особенности применения теории вероятностей в инженерных задачах теории надёжности. Тема: Некоторые замечательные теоремы   | Вероятностные модели при оценке качества продукции   | 2   |
| 5     | 7          | РАЗДЕЛ 2<br>Понятийный аппарат теории надёжности, учение об отказах технических средств. Тема: Основные понятия теории надёжности. Объекты, случайные события, состояния теории надёжности. Схема перехода состояний объектов. Виды отказов, трактовка отказов, состояния, причины возникновения отказов. Свойство надёжности, качественные характеристики надёжности. | Решение проблемной задачи. Оценка ремонтпригодности колёсной пары грузового вагона в условиях непосредственного использования по назначению. | 2   |
| 6     | 7          | РАЗДЕЛ 2<br>Понятийный аппарат теории надёжности, учение об отказах технических средств. Тема: Классификация отказов. Причины возникновения отказов  | Решение проблемной задачи. Оценка ремонтпригодности конструкции в условиях текущего технического содержания.                                 | 2   |

| № п/п | № семестра | Тема (раздел) учебной дисциплины  | Наименование занятий   | Всего часов/ из них часов в интерактивной форме |
|-------|------------|---|--|---|
| 1     | 2          | 3   | 4  | 5   |
| 7     | 7          | РАЗДЕЛ 2<br>Понятийный аппарат теории надёжности, учение об отказах технических средств.<br>Тема: Единичные и комплексные показатели свойств надёжности.  | Решение проблемной задачи. Оценка ремонтпригодности колёсной пары грузового вагона в условиях ремонтного депо.                   | 2   |
| 8     | 7          | РАЗДЕЛ 2<br>Понятийный аппарат теории надёжности, учение об отказах технических средств.<br>Тема: Этапы обеспечения надёжности техники. Требования к надёжности конструкций   | Обоснование предельного износа, предельных размеров трещин, дефектов литья и сварки.   | 2   |
| 9     | 7          | РАЗДЕЛ 3<br>Вероятностные модели надёжности<br>Тема: Классификация моделей надёжности (простейшая).<br>Вероятностные модели отказа неремонтируемых изделий и область их применения.<br>Теоретические законы надёжности, стареющие законы надёжности.<br>Показательное (экспоненциальное) распределение.<br>Особенности, свойства, область применения. | Решение проблемной задачи: Оценка с заданной вероятностью остаточного ресурса детали, безотказно проработавшей некоторое время.  | 2   |
| 10    | 7          | РАЗДЕЛ 3<br>Вероятностные модели надёжности<br>Тема: Вероятностные модели отказа неремонтируемых изделий и область их применения.<br>Нормальное, логарифмически нормальное распределения, распределение Рэлея.<br>Особенности, свойства, область применения.  | Рассмотрение проблемной задачи: Выбор оптимальной схемы для системы безопасности буксового узла на основе вероятностных методов. | 2   |

| № п/п | № семестра | Тема (раздел) учебной дисциплины   | Наименование занятий  | Всего часов/ из них часов в интерактивной форме |
|-------|------------|--|---|---|
| 1     | 2          | 3  | 4   | 5   |
| 11    | 7          | РАЗДЕЛ 3<br>Вероятностные модели надёжности<br>Тема: Обоснование моделей отказов   | Рассмотрение проблемной задачи: Расчёт долговечности и выбор подшипников буксового узла вагона                        | 2   |
| 12    | 7          | РАЗДЕЛ 3<br>Вероятностные модели надёжности<br>Тема: Ремонтруемые изделия.<br>Классификация изделий. Обобщённая модель эксплуатации. Упрощённая модель эксплуатации ремонтруемых изделий. Реальная модель эксплуатации.  | Рассмотрение проблемной задачи: Оценка остаточного ресурса подшипника буксового узла                                  | 2   |
| 13    | 7          | РАЗДЕЛ 4<br>Статистическая трактовка показателей надёжности.<br>Испытания на надёжность.<br>Тема: Испытания на надёжность. Источники первичной информации. Планы испытаний на надёжность.<br>Классификация выборок   | Испытания на надёжность. Источники первичной информации. Формирование выборки по статистической информации об отказах | 2   |
| 14    | 7          | РАЗДЕЛ 4<br>Статистическая трактовка показателей надёжности.<br>Испытания на надёжность.<br>Тема: Анализ данных эксплуатационных наблюдений. Этапы обработки результатов эксперимента.<br>Предварительный этап обработки данных.<br>Математический этап обработки выборки.<br>Точечные оценки параметров модели отказа. Метод максимального правдоподобия.<br>Интервальные оценки. | Получение точечных оценок параметров модели отказа для неполных выборок.  | 2   |

| № п/п  | № семестра | Тема (раздел) учебной дисциплины  | Наименование занятий  | Всего часов/ из них часов в интерактивной форме |
|--------|------------|---|---|---|
| 1      | 2          | 3   | 4   | 5   |
| 15     | 7          | РАЗДЕЛ 4<br>Статистическая трактовка показателей надёжности.<br>Испытания на надёжность.<br>Тема: Критерии согласия.<br>Статистические функции распределения для полных и неполных выборок  | Рассмотрение проблемного вопроса: Получение точечных оценок параметров и показателей безотказности для полной выборки и неполной выборки. | 2   |
| 16     | 7          | РАЗДЕЛ 5<br>Надёжность систем<br>Тема: Понятие системы, классификация систем.<br>Надёжность системы.<br>Количественные показатели.  | Понятие системы, классификация систем.<br>Надёжность системы. Количественные показатели.  | 2   |
| 17     | 7          | РАЗДЕЛ 5<br>Надёжность систем<br>Тема: Метод оценки надёжности систем с приводимой структурой.<br>Надёжность простейших систем.<br>Последовательное и параллельное соединение элементов.<br>Метод последовательного упрощения схем. | Рассмотрение проблемного вопроса: Оценка надёжности системы заданной структуры методом перебора состояний.                                | 2   |
| ВСЕГО: |            |   |   | 34/0  |

#### 4.5. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Курсовая работа учебным планом не предусмотрена.



## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Преподавание дисциплины «Основы теории надёжности» осуществляется в форме лекций и практических занятий.

Лекции проводятся в традиционной классно-урочной (аудиторной) организационной форме, по типу управления познавательной деятельностью с использованием традиционных технологий и интерактивных (диалоговых) технологий, в том числе мультимедиа лекция (10 часа), включая проблемную лекция, разбор и анализ конкретной ситуации (10 часов).

Практические занятия организованы с использованием технологий развивающего обучения. Практический курс проводится с использованием интерактивных (диалоговых) технологий, в том числе разбор и анализ конкретных ситуаций, электронный практикум (решение проблемных поставленных задач с помощью современной вычислительной техники и исследование моделей); технологий, основанных на коллективных способах обучения, а так же использованием компьютерной тестирующей системы.

Самостоятельная работа студента организована с использованием традиционных видов работы и интерактивных технологий. К традиционным видам работы относятся отработка лекционного материала и отработка отдельных тем по учебным пособиям. К активным (диалоговым) технологиям относятся отработка отдельных тем по электронным пособиям, подготовка к промежуточным контролям в интерактивном режиме, интерактивные консультации в режиме реального времени по специальным разделам и технологиям, основанным на коллективных способах самостоятельной работы студентов. Оценка полученных знаний, умений и навыков основана на модульно-рейтинговой технологии. Весь курс разбит на 5 разделов, представляющих собой логически завершённый объём учебной информации. Фонды оценочных средств освоенных компетенций включают как вопросы теоретического характера для оценки знаний, так и задания практического содержания (решение ситуационных задач, анализ конкретных ситуаций, работа с данными) для оценки умений и навыков. Теоретические знания проверяются путём применения таких организационных форм, как решение тестов с использованием компьютеров или на бумажных носителях.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

| № п/п | № семестра | Тема (раздел) учебной дисциплины   | Вид самостоятельной работы студента. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы   | Всего часов |
|-------|------------|--|---|-------------|
| 1     | 2          | 3  | 4   | 5           |
| 1     | 7          | Входной контроль знаний. Рассмотрение проблемной задачи определения качества продукции и надёжности на основе теории вероятностей.   | Отработка ошибок по результатам входного контроля знаний<br>[8], стр. 5-15; [7], стр. 7-18  | 4           |
| 2     | 7          | РАЗДЕЛ 1<br>Особенности применения теории вероятностей в инженерных задачах теории надёжности.<br>Тема 2: Особенности применения математического аппарата теории вероятностей при решении задач надёжности.<br>Ограниченное и неограниченное пространство элементарных исходов и вероятность события.<br>Рассмотрение вопросов, вызвавших наибольшие затруднения по результатам входного контроля. | Вероятность события. Теоремы теории вероятностей<br><br>Подготовка к тестированию[1], стр. 495-499; [7], стр. 25-54; [8], стр. 23-68                                    | 6           |
| 3     | 7          | РАЗДЕЛ 1<br>Особенности применения теории вероятностей в инженерных задачах теории надёжности.<br>Тема 3: Случайные величины в теории надёжности и количественные характеристики событий. Законы распределения случайных величин.  | Подготовка к тестированию<br><br>Случайные величины. Законы распределения. Числовые характеристики случайных величин.[1], стр. 457-475; [7], стр. 7-38; [4], стр. 36-46 | 6           |
| 4     | 7          | РАЗДЕЛ 1<br>Особенности применения теории вероятностей в инженерных задачах теории надёжности.<br>Тема 4: Некоторые замечательные  | Подготовка к тестированию<br><br>Теорема о полной вероятности. Теорема Байеса. Теорема о повторении опытов[7], стр. 36-56   | 6           |

|   |   |   |   |    |
|---|---|---|---|----|
|   |   | теоремы   |   |    |
| 5 | 7 | <p>РАЗДЕЛ 2</p> <p>Понятийный аппарат теории надёжности, учение об отказах технических средств.</p> <p>Тема 1: Основные понятия теории надёжности.</p> <p>Объекты, случайные события, состояния теории надёжности.</p> <p>Схема перехода состояний объектов.</p> <p>Виды отказов, трактовка отказов, состояния, причины возникновения отказов. Свойство надёжности, качественные характеристики надёжности.</p> | <p>Подготовка к тестированию</p> <p>Понятийный аппарат теории надёжности. Термины и определения[6]; [1], стр. 5-9, стр. 15-25; [5]</p>  | 10 |
| 6 | 7 | <p>РАЗДЕЛ 3</p> <p>Вероятностные модели надёжности</p> <p>Тема 1:</p> <p>Классификация моделей надёжности (простейшая).</p> <p>Вероятностные модели отказа неремонтируемых изделий и область их применения.</p> <p>Теоретические законы надёжности, стареющие законы надёжности.</p> <p>Показательное (экспоненциальное) распределение.</p> <p>Особенности, свойства, область применения.</p>                   | <p>Подготовка к тестированию</p> <p>Вероятностные модели надёжности[1], стр. 125-178; [4]</p>   | 6  |
| 7 | 7 | <p>РАЗДЕЛ 4</p> <p>Статистическая трактовка показателей надёжности.</p> <p>Испытания на надёжность.</p> <p>Тема 2: Анализ данных эксплуатационных наблюдений. Этапы обработки результатов эксперимента.</p> <p>Предварительный этап обработки данных.</p>   | <p>Подготовка к тестированию</p> <p>Испытания на надёжность. Правила обработки полных и неполных выборок[1], стр. 235-256; [2]; [9]</p> | 6  |

|        |   |  |  |    |
|--------|---|--|--|----|
|        |   | Математический этап обработки выборки. Точечные оценки параметров модели отказа. Метод максимального правдоподобия. Интервальные оценки.   |  |    |
| 8      | 7 | РАЗДЕЛ 4<br>Статистическая трактовка показателей надёжности. Испытания на надёжность. Тема 3: Критерии согласия. Статистические функции распределения для полных и неполных выборок  | Подготовка к зачёту. Отработка лекционного материала<br><br>Статистические функции распределения. Критерии согласия[1], стр. 235-257; [4]; [8], стр. 234-250                       | 6  |
| 9      | 7 | РАЗДЕЛ 5<br>Надёжность систем<br>Тема 2: Метод оценки надёжности систем с приводимой структурой. Надёжность простейших систем. Последовательное и параллельное соединение элементов. Метод последовательного упрощения схем. | Подготовка к зачёту. Отработка лекционного материала<br><br>Метод структурных схем при определении надёжности систем приводимой структуры[1], стр. 279-312; [5]; [4], стр. 112-125 | 8  |
| 10     | 7 |  | Подготовка к промежуточной аттестации (зачёт с оценкой)<br>[3], стр. 235-257; [5]; [6]; [7], стр. 35-56; [1]   | 20 |
| ВСЕГО: |   |  |  | 78 |

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 7.1. Основная литература

| № п/п | Наименование  | Автор (ы)   | Год и место издания<br>Место доступа  | Используется при изучении разделов, номера страниц   |
|-------|---|---|---|--|
| 1     | Надежность рельсового нетягового подвижного состава | П.А. Устич, В.А. Карпычев, М.Н. Овечников; Под ред. П.А. Устича | ИГ "Вариант", 1999<br>НТБ (уч.4); НТБ (уч.6); НТБ (фб.); НТБ (чз.1); НТБ (чз.2); НТБ (чз.4) | Раздел 1 [стр. 457-475], Раздел 1 [стр. 459-489], Раздел 1 [стр. 475-487], Раздел 1 [стр. 495-499], Раздел 2 [стр. 5-9, стр. 15-25], Раздел 3 [стр. 125-178], Раздел 4 [стр. 235-256], Раздел 4 [стр. 235-257], Раздел 5 [стр. 279-312], Самостоятельная работа 33 |

### 7.2. Дополнительная литература

| № п/п | Наименование  | Автор (ы)                                 | Год и место издания<br>Место доступа  | Используется при изучении разделов, номера страниц  |
|-------|---|---|---|---|
| 2     | Надежность. Методические указания к курсовой работе | А.А. Иванов, П.А. Устич                   | МИИТ, 2003<br>НТБ (уч.6); НТБ (фб.); НТБ (чз.2)   | Раздел 2, Раздел 3, Раздел 4  |
| 3     | Вагонное хозяйство                                  | П.А. Устич, И.И. Хаба                     | Маршрут, 2004<br>Библиотека МКТ (Люблино); НТБ (уч.6); НТБ (фб.); НТБ (чз.2)  | Раздел 4, Самостоятельная работа 33 [стр. 235-257]  |
| 4     | Надежность вагона                                   | П.А. Устич, В.А. Карпычев, М.Н. Овечников | МИИТ, 1997<br>НТБ (уч.3); НТБ (уч.6); НТБ (фб.); НТБ (чз.2)   | Раздел 1 [стр. 36-46], Раздел 2, Раздел 3, Раздел 4, Раздел 5, Раздел 5 [стр. 112-125]                        |
| 5     | Надежность. Справочник. Том 2                       | Б.В. Гнеденко                             | Машиностроение, 1987<br>НТБ (фб.)   | Раздел 2, Раздел 5, Самостоятельная работа 33   |
| 6     | Надежность в технике. ГОСТ Р 27.002-2009            |   | Издательство стандартов, 2002<br>НТБ (чз.4)   | Раздел 1, Раздел 2, Раздел 5, Самостоятельная работа 33   |
| 7     | Теория вероятностей. Учебник для вузов              | Е.С. Венцель                              | Высшая школа, 2008<br>НТБ (уч.1); НТБ (уч.2); НТБ (уч.3); НТБ (уч.4); НТБ (уч.6); НТБ (фб.); НТБ (чз.2); НТБ (чз.4) | Раздел 1, Раздел 1 [стр. 25-54], Раздел 1 [стр. 36-56], Раздел 1 [стр. 7-18], Раздел 1 [стр. 7-38], Раздел 4, |

|   |   |                                      |  |  |
|---|---|--------------------------------------|--|--|
|   |   |                                      |  | Раздел 5, Самостоятельная работа 33 [стр. 35-56]   |
| 8 | Теория вероятностей и ее инженерные приложения  | Е.С. Венцель, Л.А. Овчаров           | Высшая школа, 2008<br>ИТЬ УЛУПС<br>(Абонемент ЮИ);<br>ИТЬ УЛУПС (ЧЗ1 ЮИ) | Раздел 1, Раздел 1 [стр. 23-125],<br>Раздел 1 [стр. 23-68], Раздел 1 [стр. 5-15],<br>Раздел 4, Раздел 4 [стр. 234-250] |
| 9 | Дедуктивно-аксиоматический подход к разработке системы интеллектуального управления железнодорожным транспортом | А.А. Иванов, П.А. Устич, В.Г. Мышков | Мир транспорта №1, 2010  | Раздел 4   |

### **8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

1. <http://library.miiit.ru/> - электронно-библиотечная система Научно-технической библиотеки МИИТа;
2. <http://www.library.ru/> - информационно-справочный портал Проект Российской государственной библиотеки для молодежи;
3. <http://rzd.ru/> - сайт ОАО «РЖД». Информационный портал нормативных документов ОАО «РЖД»;
4. База знаний по дисциплине «Надёжность подвижного состава» для автоматизированной диалоговой системы экспертизы знаний студентов.

### **9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Для проведения лекционных занятий необходима специализированная лекционная аудитория с мультимедиа аппаратурой и интерактивной доской.

Для проведения практических занятий необходимы компьютеры с рабочими местами в компьютерном классе. Компьютеры должны быть обеспечены стандартными лицензионными программными продуктами и обязательно программным продуктом Microsoft Office не ниже Microsoft Office 2007 (2013).

### **10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Для проведения аудиторных занятий и самостоятельной работы требуется:

1. Рабочее место преподавателя с персональным компьютером, подключённым к сетям INTERNET и INTRANET.
2. Специализированная лекционная аудитория с мультимедиа аппаратурой и интерактивной доской.
3. Для проведения практических занятий: компьютерный класс; кондиционер; компьютеры с минимальными требованиями – Pentium 4, ОЗУ 4 ГБ, HDD 100 ГБ, USB 2.0.
4. Компьютерный класс с кондиционером. Рабочие места студентов в компьютерном классе, подключённые к сетям INTERNET и INTRANET.

## 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Обучающимся необходимо помнить, что качество полученного образования в немалой степени зависит от активной роли самого обучающегося в учебном процессе. Обучающийся должен быть нацелен на максимальное усвоение подаваемого лектором материала, после лекции и во время специально организуемых индивидуальных встреч или интерактивном режиме он может задать лектору интересующие его вопросы. Лекционные занятия составляют основу теоретического обучения и должны давать систематизированные основы знаний по дисциплине, раскрывать состояние и перспективы развития соответствующей области науки, концентрировать внимание обучающихся на наиболее сложных и узловых вопросах, стимулировать их активную познавательную деятельность и способствовать формированию творческого мышления. Главная задача лекционного курса – сформировать у обучающихся системное представление об изучаемом предмете, обеспечить усвоение будущими специалистами основополагающего учебного материала, принципов и закономерностей развития соответствующей научно-практической области, а также методов применения полученных знаний, умений и навыков.

Основные функции лекций: 1. Познавательная-обучающая; 2. Развивающая; 3. Ориентирующе-направляющая; 4. Активизирующая; 5. Воспитательная; 6. Организующая; 7. Информационная.

Выполнение практических заданий служит важным связующим звеном между теоретическим освоением данной дисциплины и применением ее положений на практике. Они способствуют развитию самостоятельности обучающихся, более активному освоению учебного материала, являются важной предпосылкой формирования профессиональных качеств будущих специалистов.

Проведение практических занятий не сводится только к органическому дополнению лекционных курсов и самостоятельной работы обучающихся. Их вместе с тем следует рассматривать как важное средство проверки усвоения обучающимися тех или иных положений, даваемых на лекции, а также рекомендуемой для изучения литературы; как форма текущего контроля за отношением обучающихся к учебе, за уровнем их знаний, а следовательно, и как один из важных каналов для своевременного подтягивания отстающих обучающихся.

При подготовке специалиста важны не только серьезная теоретическая подготовка, знание основ надежности подвижного состава, но и умение ориентироваться в разнообразных практических ситуациях, ежедневно возникающих в его деятельности. Этому способствует форма обучения в виде практических занятий. Задачи практических занятий: закрепление и углубление знаний, полученных на лекциях и приобретенных в процессе самостоятельной работы с учебной литературой, формирование у обучающихся умений и навыков работы с исходными данными, научной литературой и специальными документами. Практическому занятию должно предшествовать ознакомление с лекцией на соответствующую тему и литературой, указанной в плане этих занятий.

Самостоятельная работа может быть успешной при определенных условиях, которые необходимо организовать. Ее правильная организация, включающая технологии отбора целей, содержания, конструирования заданий и организацию контроля, систематичность самостоятельных учебных занятий, целесообразное планирование рабочего времени позволяет привить студентам умения и навыки в овладении, изучении, усвоении и систематизации приобретаемых знаний в процессе обучения, привить навыки повышения профессионального уровня в течение всей трудовой деятельности.

Каждому студенту следует составлять еженедельный и семестровый планы работы, а также план на каждый рабочий день. С вечера всегда надо распределять работу на завтра. В конце каждого дня целесообразно подводить итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по

какой причине это произошло. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения учебной дисциплины, рассмотрены через соответствующие знания, умения и владения. Для проверки уровня освоения дисциплины предлагаются вопросы к экзамену и тестовые материалы, где каждый вариант содержит задания, разработанные в рамках основных тем учебной дисциплины и включающие терминологические задания.

Фонд оценочных средств является составной частью учебно-методического обеспечения процедуры оценки качества освоения образовательной программы и обеспечивает повышение качества образовательного процесса и входит, как приложение, в состав рабочей программы дисциплины.

Основные методические указания для обучающихся по дисциплине указаны в разделе основная и дополнительная литература.