

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**  
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

СОГЛАСОВАНО  
Директор института заочного  
образования  
  
С.Е. Спесивцева  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института  
  
И.А. Новиков  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины**

**Надёжность механических систем**

Специальность:

**23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства**

Специализация:

**Подъемно-транспортные, строительные, дорожные средства и оборудование**

Квалификация

**Инженер**

Форма обучения

**заочная**

Институт Транспортно-технологический

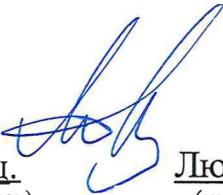
Кафедра Подъемно-транспортные и дорожные машины

Белгород 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства, утвержденного приказа Минобрнауки России от 11 августа 2020 г. № 935;
- Учебного плана по направлению подготовки 23.05.01 - Наземные транспортно-технологические средства, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель (составители): старший преподаватель  Перельгин Д.Н.  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

канд. техн. наук, доц.  Любимый Н.С.  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 19 » 05 20 21 г., протокол № 11

Заведующий кафедрой: д-р. техн. наук, проф.  Романович А.А.  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 20 » 05 20 21 г., протокол № 9

Председатель: канд. техн. наук, доц.  Орехова Т.Н.  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
ОПК-1 Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в сфере своей профессиональной деятельности и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных, математических и технологических моделей	ОПК-1.11 Использует методы расчета надежности систем при проектировании наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования	<b>Знания:</b> основные определения и терминологию в области надёжности современных технических систем и методики испытаний машин на надёжность. <b>Умения:</b> производить сбор, анализ и обработку статистических данных о надёжности механических систем. <b>Навыки:</b> оценки и прогнозирования надёжности по результатам испытаний и эксплуатации

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ОПК-1 Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в сфере своей профессиональной деятельности и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных, математических и технологических моделей

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Математика
2	Физика
3	Химия
4	Экология
5	Теоретическая механика
6	Сопротивление материалов
7	Теория механизмов и машин
8	Детали машин и основы конструирования
9	Термодинамика и теплопередача
10	Материаловедение
11	Технология конструкционных материалов
12	Эксплуатационные, конструкционные и защитно-отделочные материалы
13	Надёжность механических систем

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 (две) зач, единицы, 72 часа.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки:

Форма промежуточной аттестации \_\_\_\_\_ зачет

(экзамен, дифференцированный зачет, зачет)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 9
Общая трудоемкость дисциплины, час	72	72
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	6	6
лекции	4	4
лабораторные	-	-
практические	2	2
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	-	-
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	66	66
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	-	-
Расчетно-графическое задание	-	-
Индивидуальное домашнее задание	9	9
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	57	57
Зачёт	-	-

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем Курс 5 Семестр 2

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям <sup>1</sup>
<b>Надёжность механических систем</b>					
1	Работоспособность и надежность. Значение проблемы надежности для современных технических систем. Проблема надежности при проектировании, изготовлении и эксплуатации технических систем. Наука о надежности.	0,5	-	-	4
2	Основные понятия и определения. Выходные параметры, работоспособность, отказ, срок службы, надежность, безотказность, долговечность. Показатели надежности. Показатели для оценки долговечности, безотказности, ремонтпригодности, сохраняемости. Классификация технических систем по надежности и долговечности.	0,5	-	-	4
3	Вероятностные законы, используемые при оценке надежности технических систем. Нормальное, логарифмически нормальное, экспоненциальное, Вейбулла, гамма-распределение, Пуансона, биномиальное распределение.	0,5	-	-	4
4	Классификация отказов. Постепенные и внезапные отказы. Параметрические отказы. Допустимые и недопустимые отказы. Допустимая вероятность безотказной работы. Отказы дорожно-строительных технических систем.	0,5	-	-	4
5	Анализ закономерностей, описывающих изменения материалов. Блок-схема возникновения отказов. Анализ закономерностей, описывающих изменения в материалах: изменения свойств и состояния материалов как потеря изделием работоспособности. Законы состояния. Законы старения.	0,5	-	-	4
6	Сбор и обработка информации о надежности технических систем. Статистический аппарат надежности. Количество информации. Обработка экспериментального материала. Три основных источника информации о надежности технических систем. Экспертная оценка надежности технических систем.	0,5	0,5	-	6
7	Расчетно-аналитические методы оценки надежности. Метод оценки надежности на базе априорной информации. Методы статистического моделирования.	-	0,5	-	6
8	Методы испытаний на надежность машин. Виды испытаний. Объект испытания. Характеристики, оцениваемые при испытании на надежность. Контрольные, определительные и нормальные испытания. Методы физического моделирования. Оценка результатов на доброкачественность.	0,5	0,5	-	6
9	Методы обработки информации о технической системе. Проверка гипотезы о законе распределения. Определение числа объектов наблюдения. Анализ однородности результатов наблюдения. Последовательность статистической оценки показателей надежности. Графический метод определения	0,5	0,5	-	6

<sup>1</sup> Указать объем часов самостоятельной работы для подготовки к лекционным, практическим, лабораторным занятиям

	параметров закона распределения.				
10	Оценка надежности по результатам испытаний и эксплуатации. Оценка надежности по результатам испытаний. Оценка надежности по результатам эксплуатации. Построение эмпирической функции распределения вероятности безотказной работы. Оценка параметров распределения.	-	-	-	5
11	Повышение надежности технических систем. Способы повышения надежности. Конструктивные и технологические мероприятия повышения надежности машин. Эксплуатационные способы повышения надежности.	-	-	-	4
12	Прогнозирование надежности технических систем. Основные направления прогнозирования надежности технических систем. Методы прогнозирования, в том числе, основанные на экспертных оценках. Методы моделирования. Оценка качества прогнозирования	-	-	-	4
	<b>ВСЕГО</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>57</b>

#### 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
<b>Семестр №9</b>				
1	Надёжность механических систем	Расчет статистической вероятности безотказной работы	0,5	2
2	Надёжность механических систем	Расчет средней наработки до отказа	0,5	2
3	Надёжность механических систем	Расчет интенсивности отказов	0,5	2
4	Надёжность механических систем	Расчет вероятности безотказной работы	0,5	2
6	Надёжность механических систем	Прогнозирование ресурса машин и агрегатов при усеченных испытаниях	-	5
7	Надёжность механических систем	Расчет характеристик ресурса машин и агрегатов при многократно-усеченных испытаниях	-	4
<b>ВСЕГО:</b>			<b>2</b>	<b>17</b>

#### 4.3. Содержание лабораторных занятий

Не предусмотрено учебным планом.

#### 4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом.

#### 4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Предусмотрена самостоятельная работа 9 часов.

ИДЗ состоит из расчетно-пояснительной записки. Расчетно-пояснительная записка должна содержать следующие разделы:

1. Введение.
2. Исходные данные.
3. Теоретическая часть.
4. Расчётная часть.
5. Выводы.

Текст расчетно-пояснительной записки и расчеты должны сопровождаться необходимыми рисунками, схемами и таблицами.

Расчетно-пояснительная записка должна также содержать: титульный лист (по утвержденной форме), задание на проектирование, содержание, список используемой литературы. Общий объем записки - 10...20 страниц рукописного или машинного текста формата А4.

Графическая часть проекта (в случае необходимости) выполняется строго в соответствии с требованиями ЕСКД и нормами на разработку и оформление учебной конструкторской документации с плотностью заполнения 75...85%.

### **Типовые темы для выполнения индивидуального домашнего задания.**

1. На испытание поставлено  $N(0) = 100$  однотипных шарикоподшипников. За  $t = 10000$  ч. отказало  $n(t) = 8$  подшипников. При продолжении испытаний за интервал времени от  $t = 10000$  до  $t_1 = 12000$  часов отказало еще  $n(\Delta t) = 5$  подшипников. Определить вероятность безотказной работы и вероятность отказа подшипников в течение  $t = 10000$  ч. частоту и интенсивность отказов в интервале от 10000 до 12000 ч.

2. Время безотказной работы ременной передачи подчиняется экспоненциальному закону (это возможно, когда работа ремней из-за нарушения технологии изготовления характеризуется высокой интенсивностью отказов). Параметр экспоненциального закона  $\lambda(t) = 4,0 * 10^{-5} \frac{1}{ч}$ . Определить вероятность безотказной работы  $P(t)$ , среднее время безотказной работы и частоту отказов за время  $t=1000$ ч.

3. В одноступенчатый редуктор входят такие основные элементы: колеса, подшипники, валы, крышки. Интенсивности отказов каждого основного элемента, кроме крышки, зависят от времени и соответственно составляют:  $\lambda_1(t) = 0,2 * 10^{-3} t^{\frac{1}{4}}$ ;  $\lambda_2(t) = 0,4 * 10^{-5} t^{\frac{1}{4}}$ ;  $\lambda_3(t) = 0,3 * 10^{-6} t^{\frac{1}{4}}$ . Оценить вероятность безотказной работы редуктора в течение 1000 ч.

4. Храповой механизм состоит из храпового колеса и собачки. Среднее время безотказной работы колеса составляет  $t_1=10000$  ч., собачки –  $t_2=12000$  ч. время безотказной работы подчиняется экспоненциальному закону. Определить среднее время безотказной работы механизма.

5. В электрической цепи механизма изменения вылета стрелы используется  $N=10$  однотипных резисторов, вероятность безотказной работы каждого из них за 1000 ч равна  $P(t)=0,999$ . Определить время безотказной работы системы за 1000 ч. Вероятность отказа одного элемента  $(1-p(t)) = q(t)$ .

6. Блок состоит из 200 элементов, интенсивность отказов каждого блока равна  $\lambda(t) = 10^{-5} \frac{1}{ч}$ . Определить среднее время безотказной работы  $\bar{t}$  и вероятность безотказной работы  $P(t)$  за  $t=10$  ч.

7. На испытании находилось 1000 подшипников. Число отказов  $n(\Delta t)$  фиксировалось через каждые 100 ч работы ( $\Delta t=100$  ч). Требуется определить

количественные характеристики надежности (интенсивности отказов) в различные периоды времени и построить зависимость этой характеристики от времени в осях  $\lambda(t)$  и  $t$ .

8. В течение некоторого времени проводилось наблюдение за работой одного крана. За весь период наблюдения было зарегистрировано 15 отказов. До начала наблюдения кран проработал 258 ч, к концу наблюдения – 1233 ч. Требуется определить среднюю наработку на отказ и интенсивность отказов.

9. Определить вероятность безотказной работы и интенсивность отказов изнашиваемого подвижного сопряжения в течение времени  $t_1$  ч,  $t_2$  ч, если ресурс по износу подчиняется нормальному закону распределения с параметрами  $\bar{T}=40000$  ч,  $S=10000$  ч.

10. Время работы силового элемента металлоконструкции portalного крана до образования трещины ( $l=4$  мм) подчиняется логарифмически нормальному закону с параметрами  $\bar{T}=8000$  ч,  $S=1000$  ч. Определить количественные характеристики надежности  $P(t)$ , для двух значений времени  $t=4000, 6000$  ч.

11. Оценить 80 % ресурс  $t_{0,8}$  (вероятность отказа равна 20%) гусеницы трактора, если известно, что ее долговечность ограничена износом, ресурс подчиняется нормальному распределению с параметрами  $\bar{T}=10^4$  ч,  $S=6 \cdot 10^2$  ч.

12. Оценить вероятность отсутствия усталостного повреждения вала в течение  $t=10^4$  ч, если ресурс распределяется по логарифмически нормальному закону с параметрами  $l_g \bar{T}=4,5$ ,  $l_g S=0,25$ .

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 5.1. Реализация компетенций

**Компетенция** ОПК-1 Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в сфере своей профессиональной деятельности и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных, математических и технологических моделей

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-1.11 Использует методы расчета надежности систем при проектировании наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования	Собеседование, защита практических работ, зачет.

### 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

#### 5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для зачета

<b>Компетенция ОПК-1</b>		
№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Надёжность механических систем	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Значение проблемы надежности для современных технических систем.</li> <li>2. Проблема надежности при проектировании, изготовлении и использовании технических систем.</li> <li>3. Наука о надежности.</li> <li>4. Абсолютные и относительные изменения качества технических систем. Два направления развития науки о надежности.</li> <li>5. Экономический аспект надежности.</li> <li>6. Выходные параметры, работоспособность, отказ, срок службы, надежность, безотказность и долговечность.</li> <li>7. Показатели надежности.</li> <li>8. Показатели для оценки долговечности, безотказности, ремонтпригодности и сохраняемости.</li> <li>9. Экономические показатели надежности.</li> <li>10. Классификация технических систем по надежности и долговечности.</li> <li>11. Нормальное распределение.</li> <li>12. Логарифмически нормальное распределение.</li> <li>13. Экспоненциальное распределение.</li> <li>14. Вейбулла распределение.</li> <li>15. Гамма-распределение.</li> <li>16. Пуансона распределение.</li> <li>17. Биноминальное распределение.</li> <li>18. Постепенный и внезапный отказы.</li> <li>19. Параметрические отказы.</li> <li>20. Допустимые и недопустимые отказы.</li> <li>21. Допустимая вероятность безотказной работы.</li> </ol>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>22. Отказы дорожно-строительных технических систем.</li> <li>23. Анализ области работоспособности изделия.</li> <li>24. Формализация процесса потери работоспособности и построение математической модели описания процесса.</li> <li>25. Временные зависимости, описывающие процесс повреждения.</li> <li>26. Влияние режимов работы изделия на скорость процессов старения.</li> <li>27. Статистический аппарат надежности.</li> <li>28. Качество информации.</li> <li>29. Обработка экспериментального материала.</li> <li>30. Три основных источника информации о надежности технических систем.</li> <li>31. Экспертная оценка надежности технических систем.</li> <li>32. Метод оценки надежности на базе априорной информации.</li> <li>33. Методы статистического моделирования.</li> <li>34. Виды испытаний.</li> <li>35. Объект испытания.</li> <li>36. Характеристики, оцениваемые при испытании на надежность.</li> <li>37. Контрольные, определительные и нормальные испытания.</li> <li>38. Методы физического моделирования.</li> <li>39. Оценка результатов на доброкачественность.</li> <li>40. Проверка гипотезы о законе распределения.</li> <li>41. Определение числа объектов наблюдения.</li> <li>42. Анализ однородности результатов наблюдения.</li> <li>43. Последовательность статистической оценки показателей надежности.</li> <li>44. Графоаналитический метод определения параметров закона распределения.</li> <li>45. Оценка вероятности безотказной работы.</li> <li>46. Определение ресурса технических систем в зависимости от ресурса деталей.</li> <li>47. Определение числа ЗИП.</li> <li>48. Оценка надежности по результатам испытаний.</li> <li>49. Оценка надежности по результатам эксплуатации.</li> <li>50. Построение эмпирической функции распределения вероятности безотказной работы.</li> <li>51. Оценка параметров распределения.</li> </ul>
--	--

### **5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы**

Не предусмотрено учебным планом.

### **5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре**

Текущий контроль осуществляется в течение семестра в форме выполнения и защиты практических работ, решения тестов на практических занятиях, собеседования.

С целью текущего контроля и подготовки студентов к изучению новой темы вначале каждого практического занятия преподавателем проводится

собеседование по выполненным практическим работам предыдущей темы, а также проводится тестирование по итогу выполнения ИДЗ.

Примерный перечень контрольных вопросов для собеседования и защиты практических работ.

Компетенция	Содержание вопросов (типовых заданий)
<b>Расчет статистической вероятности безотказной работы</b>	
ОПК-1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое статическая вероятность.</li> <li>2. При каких условия план испытаний можно считать заданным?</li> <li>3. Перечислите основные планы испытаний машин на надежность.</li> <li>4. В чем сущность полного плана испытаний [NUN]?</li> </ol>
<b>Расчет средней наработки до отказа</b>	
ОПК-1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое наработка до отказа и как она определяется?</li> <li>2. Какие основные виды наработки существуют в технике?</li> <li>3. Каким образом можно определить среднюю наработку до отказа?</li> <li>4. Что такое распределение Вейбулла и как оно применяется при расчете наработки до отказа?</li> <li>5. Какой метод используется для определения параметров распределения Вейбулла?</li> <li>6. Какие основные характеристики распределения Вейбулла необходимо учитывать при расчете средней наработки до отказа?</li> <li>7. Какой метод применяется для определения интервалов доверительности для средней наработки до отказа?</li> <li>8. Какие факторы могут повлиять на точность расчета средней наработки до отказа?</li> <li>9. Какие допущения необходимо сделать при применении распределения Вейбулла для оценки наработки до отказа?</li> <li>10. Какие выводы можно сделать на основе расчета средней наработки до отказа и интервалов доверительности?</li> </ol>
<b>Расчет интенсивности отказов</b>	
ОПК-1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое интенсивность отказов и как она связана с надежностью системы?</li> <li>2. Какие типы отказов могут возникать в технических системах?</li> <li>3. Как определить интенсивность отказов по данным экспериментальных испытаний?</li> <li>4. Какой метод используется для анализа данных об отказах?</li> <li>5. Какие основные характеристики распределения отказов необходимо учитывать при расчете интенсивности отказов?</li> <li>6. Какие параметры можно определить на основе расчета интенсивности отказов?</li> <li>7. Как оценить надежность системы на основе интенсивности отказов?</li> <li>8. Какие факторы могут повлиять на точность расчета интенсивности отказов?</li> <li>9. Какие допущения необходимо сделать при применении метода анализа данных об отказах?</li> <li>10. Какие выводы можно сделать на основе расчета интенсивности отказов и анализа надежности системы?</li> </ol>
<b>Расчет вероятности безотказной работы</b>	
ОПК-1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое вероятность безотказной работы и как она связана с надежностью системы?</li> <li>2. Какие методы используются для расчета вероятности безотказной работы?</li> <li>3. Каким образом можно оценить вероятность безотказной работы на</li> </ol>

	<p>основе данных экспериментальных испытаний?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Что такое граф состояний и как он используется для расчета вероятности безотказной работы?</li> <li>5. Какие основные параметры графа состояний необходимо учитывать при расчете вероятности безотказной работы?</li> <li>6. Как оценить влияние отдельных компонентов системы на вероятность безотказной работы?</li> <li>7. Какие факторы могут повлиять на точность расчета вероятности безотказной работы?</li> <li>8. Какие допущения необходимо сделать при применении методов расчета вероятности безотказной работы?</li> <li>9. Какие выводы можно сделать на основе расчета вероятности безотказной работы и анализа надежности системы?</li> <li>10. Какие меры могут быть предприняты для повышения вероятности безотказной работы системы?</li> </ol>
<b>Оценка надежности капитально отремонтированных машин и агрегатов при полных испытаниях</b>	
ОПК-1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие типы испытаний могут быть проведены для оценки надежности капитально отремонтированных машин и агрегатов?</li> <li>2. Что такое надежность системы и как она связана с результатами испытаний?</li> <li>3. Каким образом проводятся полные испытания капитально отремонтированных машин и агрегатов?</li> <li>4. Какие параметры необходимо измерять во время испытаний для оценки надежности системы?</li> <li>5. Каким образом можно провести статистический анализ результатов испытаний и оценить надежность системы?</li> <li>6. Какие методы используются для расчета надежности системы на основе результатов испытаний?</li> <li>7. Как оценить степень влияния отдельных компонентов системы на ее надежность?</li> <li>8. Какие факторы могут повлиять на точность оценки надежности системы при полных испытаниях?</li> <li>9. Какие допущения необходимо сделать при применении методов оценки надежности системы на основе полных испытаний?</li> <li>10. Какие выводы можно сделать на основе результатов полных испытаний и анализа надежности системы?</li> </ol>
<b>Прогнозирование ресурса машин и агрегатов при усеченных испытаниях</b>	
ОПК-1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое усеченные испытания и как они используются для прогнозирования ресурса машин и агрегатов?</li> <li>2. Каким образом проводятся усеченные испытания машин и агрегатов?</li> <li>3. Какие параметры необходимо измерять во время усеченных испытаний для прогнозирования ресурса системы?</li> <li>4. Каким образом можно провести статистический анализ результатов усеченных испытаний и оценить ресурс системы?</li> <li>5. Какие методы используются для расчета ресурса системы на основе результатов усеченных испытаний?</li> <li>6. Как оценить степень влияния отдельных компонентов системы на ее ресурс?</li> <li>7. Какие факторы могут повлиять на точность прогнозирования ресурса системы при усеченных испытаниях?</li> <li>8. Какие допущения необходимо сделать при применении методов прогнозирования ресурса системы на основе усеченных испытаний?</li> </ol>

	<p>9. Какие выводы можно сделать на основе результатов усеченных испытаний и анализа ресурса системы?</p> <p>10. Какие меры могут быть предприняты для увеличения ресурса системы?</p>
<b>Расчет характеристик ресурса машин и агрегатов при многократно-усеченных испытаниях</b>	
ОПК-1	<p>1. Что такое многократно-усеченные испытания и как они используются для расчета характеристик ресурса машин и агрегатов?</p> <p>2. Каким образом проводятся многократно-усеченные испытания машин и агрегатов?</p> <p>3. Какие параметры необходимо измерять во время многократно-усеченных испытаний для расчета характеристик ресурса системы?</p> <p>4. Каким образом можно провести статистический анализ результатов многократно-усеченных испытаний и оценить характеристики ресурса системы?</p> <p>5. Какие методы используются для расчета характеристик ресурса системы на основе результатов многократно-усеченных испытаний?</p> <p>6. Как оценить степень влияния отдельных компонентов системы на ее ресурс при многократно-усеченных испытаниях?</p> <p>7. Какие факторы могут повлиять на точность расчета характеристик ресурса системы при многократно-усеченных испытаниях?</p> <p>8. Какие допущения необходимо сделать при применении методов расчета характеристик ресурса системы на основе многократно-усеченных испытаний?</p> <p>9. Какие выводы можно сделать на основе результатов многократно-усеченных испытаний и анализа характеристик ресурса системы?</p> <p>10. Какие меры могут быть предприняты для увеличения характеристик ресурса системы?</p>

Примерный перечень тестовых вопросов для собеседования и защиты ИДЗ:

<b>Компетенция ОПК-1</b>	
1.	<p>Что такое надежность невосстанавливаемого объекта?</p> <p>a) Вероятность, что объект не выйдет из строя в течение определенного периода времени</p> <p>b) Вероятность, что объект не будет использоваться в течение определенного периода времени</p> <p>c) Вероятность, что объект будет восстановлен после отказа</p> <p>d) Вероятность, что объект будет продан после отказа</p>
2.	<p>Какой вид отказа происходит, если объект перестает работать сразу после включения?</p> <p>a) Постепенный отказ</p> <p>b) Внезапный отказ</p> <p>c) Некритический отказ</p> <p>d) Плановый отказ</p>
3.	<p>Какие факторы могут влиять на надежность невосстанавливаемого объекта?</p> <p>a) Качество материалов и оборудования</p> <p>b) Уровень обучения персонала</p> <p>c) Техническое обслуживание и ремонт</p> <p>d) Все перечисленные факторы</p>
4.	<p>Что такое коэффициент готовности?</p> <p>a) Вероятность отказа объекта</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>b) Время работы объекта до отказа</li> <li>c) Вероятность того, что объект находится в рабочем состоянии</li> <li>d) Вероятность готовности объекта к работе</li> </ul>
5.	<p>Что такое интенсивность отказов?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Время между отказами</li> <li>b) Количество отказов в единицу времени</li> <li>c) Время работы объекта до отказа</li> <li>d) Вероятность того, что объект находится в рабочем состоянии</li> </ul>
6.	<p>Что такое средняя наработка до отказа?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Время работы объекта до отказа</li> <li>b) Количество отказов в единицу времени</li> <li>c) Время между отказами</li> <li>d) Вероятность того, что объект находится в рабочем состоянии</li> </ul>
7.	<p>Какие методы используются для расчета надежности невосстанавливаемых объектов?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Аналитические методы</li> <li>b) Метод Монте-Карло</li> <li>c) Экспертные оценки</li> <li>d) Все перечисленные методы</li> </ul>
8.	<p>Что такое остаточная надежность?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Вероятность того, что объект не выйдет из строя в течение определенного периода времени</li> <li>b) Вероятность того, что объект выйдет из строя в течение определенного периода времени</li> <li>c) Вероятность того, что объект будет восстановлен после отказа</li> <li>d) Вероятность того, что объект будет продан после отказа</li> </ul>
9.	<p>Что такое расчетное значение надежности?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Теоретическая оценка вероятности отказа объекта</li> <li>b) Реальная вероятность отказа объекта</li> <li>c) Время между отказами объекта</li> <li>d) Время работы объекта до отказа</li> </ul>
10.	<p>Какой метод используется для расчета надежности системы, состоящей из нескольких компонентов?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Метод Монте-Карло</li> <li>b) Аналитический метод</li> <li>c) Метод экспертных оценок</li> <li>d) Метод статистического анализа</li> </ul>
11.	<p>Что такое доверительный интервал надежности?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Интервал, в котором с заданной вероятностью находится истинное значение надежности</li> <li>b) Вероятность отказа объекта в определенный период времени</li> <li>c) Время между отказами объекта</li> <li>d) Время работы объекта до отказа</li> </ul>

#### 5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме дифференцированного зачета используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание основных определений и терминологии в области надёжности современных технических систем и методики испытаний машин на надёжность
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения материала
Умения	Умение производить сбор, анализ и обработку статистических данных о надёжности механических систем.
Навыки	Владение навыками оценки и прогнозирования надёжности по результатам испытаний и эксплуатации

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание основных определений и терминологии в области надёжности современных технических систем и методики испытаний машин на надёжность	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство	Дает неполные ответы на все	Дает ответы на вопросы, но не	Дает полные, развернутые

	вопросов	вопросы	все - полные	ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полностью усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение производить сбор, анализ и обработку статистических данных о надёжности механических систем.	Не умеет производить сбор, анализ и обработку статистических данных о надёжности механических систем.	Умеет производить сбор и анализ статистических данных о надёжности механических систем.	Умеет производить сбор, анализ и обработку статистических данных о надёжности механических систем, ограниченным количеством методов	Умеет производить сбор, анализ и обработку статистических данных о надёжности механических систем.

### Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владение навыками оценки и прогнозирования надёжности по результатам испытаний и эксплуатации	Не владеет навыками оценки и прогнозирования надёжности по результатам испытаний и эксплуатации	Владеет базовыми навыками оценки и прогнозирования надёжности по результатам испытаний и эксплуатации	Владеет навыками оценки и прогнозирования надёжности по результатам испытаний и эксплуатации, допускает погрешности в оценке и прогнозировании	Владеет навыками оценки и прогнозирования надёжности по результатам испытаний и эксплуатации

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Лаборатория кафедры ПТиДМ (418 УК4). Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, самостоятельной работы	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук. <b>Лабораторные установки:</b> лебедка грузоподъемная; таль; модель механизма подъема; грузозахватные устройства клещевого, эксцентрикового типа; образцы крюков, канатов; натурная установка комбинированного конвейера с замкнутым циклом транспортирования; комбинированная натурная установка винтового конвейера-элеватора с замкнутым циклом транспортирования; натурная установка винтового конвейера лопастного типа; модельная установка наклонного элеватора ковшового типа; модельная установка элеватора полочного типа.
2	Аудитория компьютерного проектирования (308 УК3). Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, самостоятельной работы.	Персональные компьютеры с предустановленным специализированными программными продуктами CAD/ CAM/ CAE. Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук
3	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду.
4	УК4, каб. 107. Методический кабинет	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук

### 6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	FREECAD	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
2	The open-source Arduino Software (IDE)	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
3	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
4	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value

		Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
5	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.
6	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
7	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

### 6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Волхонов В.И. Основы теории надежности и диагностики. Учебно-методическое пособие. М.:МГАВТ, 2015. – 49 с.

### 6.4. Перечень дополнительной литературы

2. Лозовая, С.Ю. Математические основы надежности горных машин и оборудования/ Учебное пособие. Белгород: Изд-во БГТУ, 2014. – 224 с.

### 6.5. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. Сайт научно-технической библиотеки БГТУ им. В.Г. Шухова:  
URL: <http://elib.bstu.ru/>
2. Сайт Электронно-библиотечной системы издательства «Лань»: URL:  
<http://edanbook.com/>
3. URL: <http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=МОТР>
4. Сайт Электронно-библиотечной системы «IPRbooks»:  
URL: <http://www.iprbookshop.ru/>