

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
СТАРООСКОЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.А. УГАРОВА
 (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения
 высшего образования
 «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»
(СТИ НИТУ «МИСиС»)


СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП ВО

 Макаров А.В.
 «19» июня 2020 г.

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по НИИ
 СТИ НИТУ «МИСиС»

 Кожухов А.А.
 «19» июня 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Надежность технических систем

Закрепленная кафедра

**Технологии и оборудование в металлургии и
 машиностроений им. В.Б. Крахта**

Учебный план

на 2020-2021 учебный год по направлению подготовки

Направление подготовки

15.06.01 Машиностроение

Направленность (профиль)

Машины, агрегаты и процессы (металлургия)

ОПОП

Квалификация

«Исследователь. Преподаватель-исследователь»

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

3 з.е.

Часов по учебному плану

108

Формы контроля: Экзамен

в том числе:

аудиторные занятия

36

самостоятельная работа

36

часов на контроль

36

Семестр(ы) изучения

1

Распределение часов дисциплины по курсам

Семестр	1		Итого	
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	12	12	12	12
Практические	24	24	24	24
Контактная работа	36	36	36	36
Самостоятельная работа	36	36	36	36
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого:	108	108	108	108

Лист согласования рабочей программы

Рабочая программа разработана:

Бородина Марина Борисовна

ФИО полностью

доцент кафедры ТОММ,
кандидат технических наук, доцент

а также уч.ст., уч.зв. – при наличии



подпись

Рабочая программа дисциплины «Надежность технических систем» разработана в соответствии с ОС ВО НИТУ «МИСиС»:

Образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки

15.06.01 Машиностроение

код, наименование

(утвержден приказом НИТУ «МИСиС» от 2 декабря 2015 г. №602 о.в)

на основании учебного плана на 2020-2021 учебный год по направлению подготовки

15.06.01 Машиностроение, Машины, агрегаты и процессы (металлургия)

код и наименование направления подготовки (специальности), наименование направленности (профиля) ОПОП ВО

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

Технологии и оборудование в металлургии и машиностроении им. В.Б. Крахта

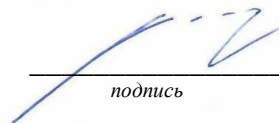
наименование кафедры

Протокол от «11» июня 2020 г. № 6.

Заведующий кафедрой ТОММ

аббревиатура наименования кафедры

«11» июня 2020 г.



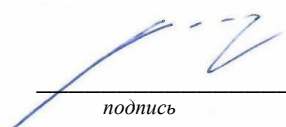
подпись

А.В. Макаров

И.О. Фамилия

Руководитель ОПОП ВО
заведующий кафедрой ТОММ,
кандидат технических наук, доцент

должность, уч.ст., уч.зв.



подпись

А.В. Макаров

И.О. Фамилия

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целями освоения дисциплины: формирование компетенций, предусмотренных учебным планом, а также получение знаний, умений и навыков в области подготовки обучающегося к решению вопросов повышения надежности технических систем на этапах конструирования, изготовления и эксплуатации металлургических машин и оборудования.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

- ознакомление обучающихся с основными понятиями и методами теории надежности технических объектов;
- научить организационно-методологическим основам обеспечения и повышения надежности металлургического оборудования;
- овладение методами и средствами определения показателей надежности объектов и технических систем.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Учебная дисциплина «Надежность технических систем» (Б1.В) относится к вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» ОПОП.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами (модулями): знания, умения и навыки, полученные при изучении образовательной программы высшего образования уровней специалитет, магистратура:

Знания: основные понятия и методы математического анализа, линейной алгебры и аналитической геометрии, дискретной математики, теории дифференциальных уравнений, теории вероятностей и теории математической статистики, статистических методов обработки экспериментальных данных, элементов теории функции комплексной переменной;

Умения: логически правильно выстраивать рассуждения; использовать математический аппарат для обработки и анализа данных, связанных надежностью технических систем;

Навыки: использования методологии построения математических моделей для типовых профессиональных задач.

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин (модулей), для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

- Машины, агрегаты и процессы металлургического производства;
- Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (научно-исследовательская практика);
- Научно-исследовательская деятельность и подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук;
- Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации);
- Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ОС НИТУ «МИСиС» и ОПОП ВО по направлению подготовки 15.06.01 Машиностроение:

Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с формируемыми компетенциями
ОПК-1.1: Способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специа-

лизированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства	
Знать:	методы моделирования и оценки надежности технических систем
Уметь:	применять методы моделирования и оценки надежности технических систем для новых решений в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства
Владеть:	навыками анализа новых решений в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства с использованием методов моделирования и оценки надежности технических систем
ОПК-2.1 Способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники	
Знать:	основные методы решения нетиповых задач в области обеспечения надежности технических систем на этапах конструирования, изготовления и эксплуатации металлургических машин и оборудования
Уметь:	применять полученные знания для решения нетиповых задач в области технических систем на этапах конструирования, изготовления и эксплуатации металлургических машин и оборудования
Владеть:	навыками решения нетиповых задач в области технических систем на этапах конструирования, изготовления и эксплуатации металлургических машин и оборудования
ПК-1.1 Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в области машиностроения с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	
Знать:	современные методы научных исследований; современные информационно-коммуникационные технологии
Уметь:	использовать современные методы исследования и информационно-коммуникационных технологий в научно-исследовательской деятельности
Владеть:	навыками применения современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий в научно-исследовательской деятельности
ПК-2.1 Готовность к преподавательской деятельности по образовательным программам высшего образования по УГСН 15.00.00 Машиностроение	
Знать:	понятия и методы теории надежности
Уметь:	доступно и грамотно излагать учебный материал
Владеть:	методами и средствами определения показателей надежности объектов и технических систем для использования их в процессе преподавания

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость освоения дисциплины «Надежность технических систем» составляет 3 зачетные единицы (з.е.) или 108 академических часов, в том числе 36 часа аудиторных занятий и 36 часов самостоятельной работы.

Таблица 1. Структура и содержание дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование радела, темы	Семестр	Контактная работа (в часах)			Самостоятельная работа	Код компе- тенции	Формы теку- щего контроля успеваемости (по темам)
			Л	ПЗ	ЛР			Форма проме- жуточной атте- стации (по семестрам)
1	Определение и критерии надежности. Основные понятия теории надежности. Надежность изделия. Сохраняемость изделия. Долговечность изделия. Безотказность изделия. Показатели надежности. Ремонтопригодность изделия. Классификация отказов оборудования. Состояния объекта. Классификация отказов оборудования. Причины возникновения отказов. Последовательность этапов в изменении состояния изделия, приводящая к его отказу. Показатели надежности. Практическое занятие №1. Основные положения теории надежности технических систем. Показатели надежности систем	1	2	4		4	ОПК-1.1 ОПК-2.1 ПК-2.1	Устный опрос. Защита прак- тической рабо- ты №1.
2	Вероятность события. Вероятность безотказной работы. Теоремы сложения и умножения вероятностей. Формула полной вероятности. Вероятность события. Вероятность безотказной работы. Теоремы сложения и умножения вероятностей. Формула полной вероятности. События: достоверное, невозможное, случайное. Теорема сложения вероятностей. Теорема умножения вероятностей. Практическое занятие №2.	1	2	4		10	ОПК-1.1 ОПК-2.1 ПК-1.1 ПК-2.1	Устный опрос. Защита прак- тической рабо- ты №2. Защита домаш- него задания.

	Вероятность события. Домашнее задание на тему: «Расчет показателей безотказности невосстанавливаемых элементов по статистическим данным».							
3	Случайные величины дискретного и непрерывного типов. Закон распределения случайной величины. Функция распределения, ее свойства. Математическое ожидание. Дисперсия. Среднее квадратичное отклонение. Практическое занятие №3. Функциональные зависимости надежности	1	2	4		6	ОПК-1.1 ОПК-2.1 ПК-1.1 ПК-2.1	Устный опрос. Защита практической работы №3.
4	Источники и причины изменения начальных параметров технической системы. Основные виды энергии, влияющие на работоспособность объекта. Процессы, снижающие работоспособность системы. Анализ закономерностей изменения свойств материалов. Законы состояния. Законы старения.	1	2			6	ОПК-1.1 ОПК-2.1 ПК-1.1 ПК-2.1	Устный опрос.
5	Показатели надёжности невосстанавливаемого элемента: вероятность отказа элемента до момента t ; плотность вероятности отказа; функция надёжности; интенсивность отказов; среднее время безотказной работы. Показатели надёжности восстанавливаемого элемента: средняя наработка на отказ; наработка между отказами; коэффициент готовности. Практическое занятие №4. Показатели надёжности восстанавливаемого элемента Практическое занятие №5. Показатели надёжности системы, состоящей из независимых элементов Модели надёжности. Структурная схема надёжности. Последовательные, парал-	1	4	12		10	ОПК-1.1 ОПК-2.1 ПК-1.1 ПК-2.1	Устный опрос. Защита практических работ №4, 5.

	лельные и комбинированные системы. Резервирование. Структурная схема надежности с поканальным резервированием. Структурная схема надежности с поэлементным резервированием. Техническое обслуживание оборудования, ориентированное на надежность. Методика проведения НОТО-анализа (RSM-анализа).						
ИТОГО:		12	24		36	ОПК-1.1 ОПК-2.1 ПК-1.1 ПК-2.1	Экзамен

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

5.1. Контрольные вопросы для самостоятельной подготовки к промежуточной аттестации по итогам изучения дисциплины

Вопросы к экзамену

1. Надежность изделия. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-2.1)
2. Сохраняемость изделия. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-2.1)
3. Долговечность изделия. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-2.1)
4. Безотказность изделия. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-2.1)
5. Показатели надежности. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-2.1)
6. Ремонтопригодность изделия. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-2.1)
7. Классификация отказов оборудования. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-2.1)
8. Причины возникновения отказов. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)
9. Последовательность этапов в изменении состояния изделия, приводящая к его отказу. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-2.1)
10. Вероятность события. (ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)
11. Вероятность безотказной работы. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-2.1)
12. Теоремы сложения и умножения вероятностей. (ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)
13. Формула полной вероятности. (ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)
14. События: достоверное, невозможное, случайное. (ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)
15. Теорема сложения вероятностей. (ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)
16. Теорема умножения вероятностей. (ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)
17. Закон распределения случайной величины. (ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)
18. Функция распределения, ее свойства. (ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)
19. Плотность распределения, ее свойства. (ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)
20. Вероятность безотказной работы. (ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)
21. Вероятность отказа изделия. (ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)
22. Вероятности возникновения отказа. (ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)
23. Интенсивность отказов. (ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)
24. Среднее время безотказной работы. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-2.1)
25. Показатели безотказности в период нормальной эксплуатации оборудования. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-2.1)
26. Показатели безотказности в износный период. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-2.1)

27. Определение вероятности безотказной работы при последовательном соединении элементов. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)
28. Определение вероятности безотказной работы при параллельном соединении элементов. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)
29. Определение вероятности безотказной работы при смешанном соединении элементов. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)
30. Определение вероятности безотказной работы восстанавливаемого изделия. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)
31. Коэффициент технического использования. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-2.1)
32. Коэффициент готовности. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-2.1)
33. Основные виды энергии, влияющие на работоспособность объекта. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-2.1)
34. Процессы, снижающие работоспособность системы. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-2.1)
35. Методы, с помощью которых закладывается надежность в конструкцию изделия. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)
36. Методы, позволяющие обеспечить надежность в процессе изготовления изделия. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)
37. Показатели надежности невосстанавливаемого элемента. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-2.1)
38. Показатели надежности восстанавливаемого элемента: средняя наработка на отказ; наработка между отказами; коэффициент готовности. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-2.1)
39. Источники и причины изменения начальных параметров технической системы. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-2.1)
40. Основные виды энергии, влияющие на работоспособность объекта. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-2.1)
41. Процессы, снижающие работоспособность системы. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-2.1)
42. Анализ закономерностей изменения свойств материалов. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)
43. Законы состояния. (ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)
44. Законы старения. (ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)
45. Мероприятия для обеспечения надежности изделия в период эксплуатации. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)
46. Модели надежности. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)
47. Структурная схема надежности. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)
48. Последовательные, параллельные и комбинированные системы. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-2.1)
49. Структурная схема надежности с поканальным резервированием. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-2.1)
50. Структурная схема надежности с поэлементным резервированием. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-2.1)
51. Техническое обслуживание оборудования, ориентированное на надежность. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-2.1)
52. Методика проведения НОТО-анализа (RCM-анализа). (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-2.1)

Практические задания к экзамену

1. Непрерывная случайная величина X задана плотностью распределения $f(x) = (3/4)\cos 2x$ в интервале $(0; \pi/2)$; вне этого интервала $f(x) = 0$. Найти вероятность того, что X примет значение в интервале $(\pi/6, \pi/4)$. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)
2. Случайная величина X задана плотностью распределения $f(x)=0,5x$ в интервале $(0, 2)$; вне этого интервала $f(x) = 0$. Найти начальные и центральные моменты первого,

- второго, третьего и четвертого порядков. Определить асимметрию и эксцесс кривой распределения, если $\sigma = 2/5$. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)
3. Математическое ожидание и среднее квадратическое отклонение нормально распределенной случайной величины X соответственно равны 20 и 5. Найти вероятность того, что в результате испытаний X примет значение, заключенное в интервале (15,25). (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)
 4. На испытания поставлено 1000 однотипных автомобильных ламп. За первые 3000 часов испытаний вышли из строя 80 ламп, а за интервал времени 3000-4000 часов вышли из строя еще 50 ламп. Требуется определить частоту и интенсивность отказов ламп в промежутке времени 3000-4000 часов. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)
 5. Шесть подшипников насоса охлаждения испытывали 200 часов. Четыре из них преждевременно вышли из строя, имея наработку соответственно 38, 62, 90 и 120 часов. Полагая наработку до отказа по экспоненциальному закону, оценить параметры интенсивности отказов и среднюю наработку до отказа, а также вероятность безотказной работы за первые 70 часов. Оценить вероятность появления отказа в некоторый момент времени между $t_1 = 100$ и $t_2 = 110$ часами работы. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)
 6. Контролируется длина деталей X , которая распределена нормально с математическим ожиданием $mt = 50$ мм. Фактически длина изготовленных деталей не менее 32 мм и не более 68 мм. Найти вероятность того, что длина наудачу взятой детали: а) более 55 мм; б) менее 40 мм. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)
 7. Нарботка подшипника до отказа имеет логарифмически нормальное распределение с параметрами $mt = 5$ и $\sigma = 1$. Найти $P(t)$ и $\lambda(t)$ при 200 ед. времени. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)
 8. Нарботка подшипника до отказа имеет распределение Вейбулла с параметрами $b = 2$, $a = 2000$ час и $c = 800$. Найти $P(t)$ и $\lambda(t)$ при 1200 час. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)
 9. Вероятность безотказной работы автоматической линии изготовления цилиндров автомобильного двигателя в течение 120 час равна 0,9. Предполагается, что справедлив экспоненциальный закон надежности. Рассчитать интенсивность и частоту отказов линии для момента времени 120 час и среднюю наработку до первого отказа. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)
 10. Время работы генератора автомобиля подчинено усеченному нормальному распределению с параметрами $T = 8000$ час и $\sigma = 1000$ час. Найти вероятность безотказной работы генератора в течение 10000 час, частоту отказов для $t = 6000$ час, интенсивность отказов для $t = 10000$ час и среднюю наработку до первого отказа. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)
 11. Вероятность безотказной работы тахометра в течение $t = 150$ час равна $P(t) = 0,9$. Время исправной работы подчинено закону Вейбулла с параметром $b = 2,6$. Определить интенсивность отказов тахометра для $t = 150$ час и среднюю наработку до первого отказа. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)
 12. Нарботка до отказа партии подшипников имеет двухпараметрическое распределение Вейбулла с параметром износа $b = 1,8$. Вероятность безотказной работы партии подшипников в течение наработки $t = 100$ час равна $P(t) = 0,95$. Определить интенсивность отказов в момент времени $t = 100$ час и среднюю наработку до первого отказа. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)
 13. Интенсивность отказов λ_c восстанавливаемой системы подзарядки аккумулятора $\lambda_c = 0,015$ 1/час = const. Среднее время восстановления $t_b = 100$ час. Какова вероятность застать систему в исправном состоянии в момент времени $t = 10$ час. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)

14. Нарботка тормозных колодок дискового тормоза автомобиля до отказа имеет распределение Вейбулла с параметрами $b = 4$, $a = 2000$ ч и $c = 1000$ ч. Определить вероятность безотказной работы колодок и интенсивность отказов при наработке, равной 1500 часов. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)
15. Математическое ожидание и среднеквадратическое отклонение нормально распределенной случайной величины X соответственно равны 20 и 5. Найти вероятность того, что в результате испытаний X примет значение, заключенное в интервале (15, 25). (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)
16. Нарботка до отказа вилки выключения сцепления имеет распределение Вейбулла с параметром $b = 1,5$. Вероятность безотказной работы вилки в течение наработки (0, 200ч) равна 0,95. Определить интенсивность отказов при $t = 200$ ч и среднюю наработку до отказа. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)
17. Обрабатывающий станочный комплекс состоит из трех станков с ЧПУ. Надежность отдельных станков характеризуется вероятностью безотказной работы в течение времени $t = 100$ час, которая равна: $p_1(t) = 0,78$; $p_2(t) = 0,93$; $p_3(t) = 0,82$. Определить вероятность безотказной работы и среднюю наработку до первого отказа комплекса. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)
18. Система состоит из 8 элементов, соединенных последовательно. Для каждого элемента гарантируется вероятность безотказной работы 0,9999 в течение 1000 часов. Вычислите вероятность безотказной работы системы за это же время. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)
19. Вероятность безотказной работы инструментального блока станка с ЧПУ в течение $t = 500$ часов равна 0,95. Для повышения надежности системы на станке предусмотрен такой же инструментальный блок, который вступает в работу при отказе первого. Рассчитать вероятность безотказной работы, среднюю наработку до первого отказа, частоту и интенсивность отказов системы, состоящей из двух блоков. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)
20. Автомобильный двигатель имеет 4 свечи зажигания, по одной на каждый цилиндр. Интенсивность отказов свечи $\lambda = 1 \cdot 10^{-4}$ 1/час, а длительность работы двигателя в течение поездки $t = 15$ час. Предполагается, что автомобиль может ехать также при одном неработающем цилиндре. Какова вероятность того, что автомобиль прибудет в пункт назначения без замены свечей. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)
21. В системе имеется n основных и m резервных одинаковых элементов, причем все элементы постоянно включены, работают параллельно и вероятность их безотказной работы $P_i(t) = 0,8$ подчиняется экспоненциальному закону. Определить вероятность безотказной работы системы при: а) $n + m = 4$ и $n = 3$; б) $n + m = 4$ и $n = 2$; в) $n + m = 4$ и $n = 4$. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)
22. Ресурс изделия до капитального ремонта распределен нормально. Из $n = 35$ изделий найдены средний ресурс $X_{cp} = 9200$ час и среднее квадратическое отклонение $S = 720$ часов. Найти для $\alpha = 0,90$ доверительные границы для среднего ресурса. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)
23. Случайное время восстановления изделия имеет гамма-распределение с параметром $m = 2$. По $n = 50$ опытам найдено $t_{cp} = 2,5$ часа. Найти параметр λ и его доверительные границы для $\alpha = 0,95$. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)
24. Случайное время восстановления изделия имеет гамма-распределение с параметром $m = 2$. По $n = 50$ опытам найдено $t_{cp} = 2,5$ часа. Найти параметр λ и его доверительные границы для $\alpha = 0,95$. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)
25. Определить, какой объем выборки в биномиальном плане нужно испытать в интересах заказчика, чтобы забраковать партию с вероятностью безотказной работы каждого изделия 0,85 и менее, если браковочное число $A_1 = 1$, а риск заказчика примерно равен 0,95. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)

Контрольные вопросы к домашнему заданию. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)

1. Что такое надёжность?
2. Перечислите критерии надёжности.
3. Дайте определения предельному и исправному состояниям.
4. Дайте определения восстанавливаемому и невосстанавливаемому объектам.
5. Что такое отказ?
6. Перечислите, какие бывают отказы по характеру возникновения.
7. Как определяется вероятность безотказной работы по статистическим данным?
8. Что такое интенсивность отказов?
9. Как определяется средняя наработка до отказа и средняя наработка на отказ?
10. Дайте определение плотности распределения.

Контрольные вопросы к практической работе №1. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)

1. Что такое отказ изделия?
2. Как определить вероятность отказа?
3. Что такое достоверное событие?
4. Что такое невозможное событие?
5. Какую величину называют вероятностью случайного события?
6. Как определить вероятность безотказной работы по статистическим данным?
7. В чём заключается теорема сложения вероятностей?
8. В чём заключается теорема умножения вероятностей?

Контрольные вопросы к практической работе №2. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1) Что такое функция распределения? Каковы её свойства?

1. Что такое плотность распределения?
2. Что такое плотность вероятности возникновения отказа?
3. Что такое интенсивность отказов?
4. Как определить математическое ожидание для непрерывной случайной величины?

Контрольные вопросы к практической работе №3. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)

1. Дайте определения восстанавливаемому объекту.
2. Что такое интенсивность отказов?
3. Как определяется интенсивность отказов по статистическим данным?
4. Как определяется среднее время безотказной работы восстанавливаемого элемента?
5. Как определяется средняя наработка до отказа?

Контрольные вопросы к практической работе №4. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1) Дайте определения восстанавливаемому объекту.

1. Как определяется вероятность безотказной работы восстанавливаемого изделия?
2. Как определить коэффициент готовности?
3. Как определить коэффициент технического использования?
4. Как определить параметр потока отказов?

Контрольные вопросы к практической работе №5. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)

1. Как определяется вероятность безотказной работы при последовательном соединении элементов?
2. Как определяется вероятность безотказной работы при параллельном соединении элементов?
3. Как определяется вероятность безотказной работы при смешанном соединении элементов?

4. Что такое резервирование?
5. Как определить вероятность безотказной работы системы при частично параллельном резервировании?

5.2. Перечень работ, выполняемых в процессе изучения дисциплины

Практическое занятие №1. Основные положения теории надежности технических систем. Показатели надежности систем.

Практическое занятие №2. Вероятность события.

Практическое занятие №3. Функциональные зависимости надежности

Практическое занятие №4. Показатели надежности восстанавливаемого элемента

Практическое занятие №5. Показатели надежности системы, состоящей из независимых элементов

Домашнее задание на тему: «Расчет показателей безотказности невосстанавливаемых элементов по статистическим данным».

5.3. Оценочные материалы (оценочные средства), используемые для экзамена

По дисциплине предусмотрен экзамен. Экзаменационный билет состоит из 3 вопросов. Типовые вопросы экзамена приведены в вопросах самоподготовки.

Вопрос 1 – из перечня вопросов 1-26 самостоятельной подготовки к экзамену.

Вопрос 2 – из перечня вопросов 27-52 самостоятельной подготовки к экзамену.

Вопрос 3 – из перечня практических заданий для подготовки к экзамену.

5.4. Методика оценки результатов обучения по дисциплине

Таблица 2. Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность полно, правильно и аргументированно отвечать на вопросы, приводить примеры
4 «хорошо»	демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные ошибки в его изложении, затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры

Таблица 3. Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении задания, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы
4 «хорошо»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении задания, последовательно и правильно выполняет зада-

	ния, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует отдельные, несистематизированные навыки, не способен применить знание теоретического материала при выполнении задания, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении задания, выполняет задание при подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	не способен правильно выполнить задание

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Основная литература:

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Синопальников В.А., Григорьев С.Н.	Надежность и диагностика технологических систем: учебник	НТБ СТИ НИТУ «МИСиС»	Москва: Высш. школа, 2005
Л1.2	Острейковский В.А.	Теория надежности: учебник для студентов вузов.	НТБ СТИ НИТУ «МИСиС»	Москва: Высшая школа, 2008
Л1.3	Абиев Р. Ш., Струков В. Г.	Надежность механического оборудования и комплексов: [Электронный ресурс]: учебник	Электронно-библиотечная система IPR BOOKS. Режим доступа: http://www.iprblookshop.ru/35791.html	Санкт-Петербург: Проспект Науки, 2017.

б) Дополнительная литература:

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Решетов Д.Н., Иванов А.С., Фадеев В.З.	Надежность машин: учеб. пособие для машиностр. вузов	НТБ СТИ НИТУ «МИСиС»	Москва: Высшая школа, 1988
Л2.2	Долгин В.П., Харченко А.О.	Надежность технических систем: учебное пособие.	НТБ СТИ НИТУ «МИСиС»	М.: ИНФРА-М, 2017.
Л2.3	Гребеник В.М., Цапко В.К.	Надёжность металлургического оборудования (оценка эксплуатационной надёжности и долго-	НТБ СТИ НИТУ «МИСиС»	М.: Металлургия, 1989

		вечности): справочник. . - Изд. 2-е, перераб. и доп.		
Л2.4	Завистовский В.Э.	Надежность и диагностика технологического оборудования [Электронный ресурс]: учебное пособие	Электронно-библиотечная система IPR BOOKS. Режим доступа: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=600075	Минск: РИПО, 2019.
Л2.5	Притыкин Д.П.	Надежность, ремонт и монтаж металлургического оборудования: учебник	НТБ СТИ НИТУ «МИСиС»	Москва: Металлургия, 1985.
Л2.6	Жиркин Ю.В.	Надежность, эксплуатация и ремонт металлургических машин: учебник.	НТБ СТИ НИТУ «МИСиС»	Магнитогорск: МГТУ, 2002.

в) Перечень методических материалов, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», программного обеспечения и информационных справочных систем и профессиональных баз данных, необходимый для освоения дисциплины (модуля)

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 3.1	Бородин М.Б.	Надежность технических систем: методические указания к практическим занятиям	НТБ СТИ НИТУ «МИСиС»	Старый Оскол: СТИ НИТУ «МИСиС», 2020.
Л 3.2	Бородин М.Б.	Надежность технических систем: методические указания к выполнению домашнего задания	НТБ СТИ НИТУ «МИСиС»	Старый Оскол: СТИ НИТУ «МИСиС», 2020.
Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»				
Э1	Терминология надёжности. ТОиР. RCM. Надежность оборудования https://www.youtube.com/watch?v=heeT50_p6P4			
Э2	Данные по надежности систем и оборудования. Актуальность. Проблемы анализа риска. ТОиР. RCM https://www.youtube.com/watch?v=hSFVbLdm9fU			
Э3	Типовая структура данных по надежности. Уровни отказов ТОиР. RCM. https://www.youtube.com/watch?v=FLYsgUEp7uY			
Перечень программного обеспечения				
П1	Microsoft Windows			
П2	Microsoft Office			
Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных				
И1	Справочно-правовая система «Консультант Плюс»			
И2	Электронная библиотека НИТУ «МИСиС». Доступ: http://elibrary.misis.ru			

ИЗ	Электронная библиотечная система «Университетская библиотека» ONLINE. Доступ https://biblioclub.ru/
И4	Электронно-библиотечная система «IPR BOOKS». Доступ: http://www.iprbookshop.ru/
И5	Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU». Доступ: https://elibrary.ru

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Аудитория №201 (309516, Белгородская обл., г. Старый Оскол, микрорайон Макаренко, дом 3а).

Лаборатория деталей машин

Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий:

- комплект мебели для преподавателя,
- комплект мебели для обучающихся на 21 посадочное место,
- доска аудиторная,
- лабораторный комплекс по общетехническим дисциплинам в составе: редукторы разборные 5 шт.; лабораторная установка для изучения нарезания зубчатых колес методом обката; модели рычажных механизмов; лабораторная установка для динамической балансировки ротора; лабораторная установка по исследованию механических передач,
- универсальный лабораторный комплекс по общетехническим дисциплинам,
- установка для изучения подшипников жидкостного трения, комбинированных опор, подшипников качения,
- проектор,
- экран настенно-потолочный,
- моноблок,
- набор наглядных пособий.

Программное обеспечение:

- Microsoft Windows,
- Microsoft Office,
- Kaspersky Endpoint Security.

2. Помещение для самостоятельной работы

Аудитория №107 (309516, Белгородская обл., г. Старый Оскол, микрорайон Макаренко, дом 3а).

Лаборатория САПР

Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий:

- комплект мебели для преподавателя,
- комплект мебели для обучающихся на 24 посадочных мест,
- доска аудиторная,
- компьютер – 8 шт.,
- проектор,
- экран настенно-потолочный.

Программное обеспечение:

- Microsoft Windows,
- Microsoft Office,
- КОМПАС-3D,
- ANSYS,
- интерактивная мультимедийная учебная система SYMPlus,
- Kaspersky Endpoint Security.

В помещении для самостоятельной работы обучающихся имеется подключение к сети «Интернет» и доступ в электронную информационно-образовательную среду организации.

При необходимости рабочая программа дисциплины (модуля) может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, в том числе для обучения с применением дистанционных образовательных технологий. Для этого требуется заявление аспиранта (его законного представителя) и заключение психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК).

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Содержание лекций должно отвечать ряду дидактических принципов, главными из которых является: целостность, научность, доступность, систематичность и наглядность. Содержание лекции должно быть предварительно освещено вначале занятия в соответствии с планом лекции.

Материал лекции требует всестороннего, последовательного, логически стройного изложения и должен иметь завершенный характер. Объем научной информации должен быть четко систематизирован и методически проработан, высказываемые суждения доказательны, аргументированы. Лекции должны быть доступны для понимания. Вводимые термины и названия должны быть разъяснены. Главные мысли и положения должны быть выделены, формулировки выводов сделаны четко, лаконично. Обучающимся должна быть предоставлена возможность слушать, осмысливать и кратко записывать информацию.

Для каждой лекции подбирается соответствующий дидактический и демонстрационный материал (слайды, иллюстрации, экспериментальные образцы) и ссылки на источники (книги, журналы, сайты).

В заключение каждой лекции подразумевается подведение общего итога, обобщение материала, формулировка выводов, ответы на вопросы студентов.

Для лучшего усвоения и закрепления основных теоретических приложений изучаемого курса предусмотрено проведение практических занятий. Необходимым условием успешного участия в практических занятиях является самостоятельная подготовка обучающихся.

Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе обучающегося. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется и контролируется с помощью:

- вопросов для самоконтроля;
- защиты домашних заданий;
- защиты практических работ.