

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

*Образовательно-научный институт промышленных технологий
машиностроения*

(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

_____Манцеров С.А.

подпись ФИО

“18” июня 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ОД.11 Диагностика технических систем

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров

Направление подготовки : 27.03.03 Системный анализ и управление

Направленность: Управление в организационно-технических системах

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2024

Выпускающая кафедра ТиПМ

Кафедра-разработчик ТиПМ

*Объем дисциплины 144/4
часов/з.е*

Промежуточная аттестация экзамен

Разработчик: Запорожцев А.В. к.т.н., доцент

НИЖНИЙ НОВГОРОД 2024 г.

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 27.03.03 Системный анализ и управление, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 7 августа 2020 года № 902, на основании учебного плана принятого УМС НГТУ протокол от 14 мая 2024 № 15.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры «Теоретическая и прикладная механика» протокол от 31 мая 2024 № 5

Зав. кафедрой к.т.н, Хазова В.И. _____
(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института ИПТМ, протокол от 18 июня 2024 № 6

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ _____ № 27.03.03-У-33
Начальник МО _____ Булгакова Н.Р.

Заведующая отделом комплектования НТБ *Кабанина*
(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	4
4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	7
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	11
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	15
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	15
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ.....	16
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ....	17
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	18
11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ...	20

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины:

Целью освоения дисциплины является овладение основными положениями технологии и организации производства продукции и услуг

Задачи освоения дисциплины (модуля):

- изучение организации производства;
- изучение основных понятий технологии производства продукции и услуг

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина Б1.В.ОД.11 «Диагностика технических систем» относится к вариативной части дисциплин обязательной части образовательной программы вне зависимости от ее направленности (профиля). Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по направлению подготовки 27.03.03 Системный анализ и управление

Дисциплина базируется на дисциплинах: «Теория вероятностей и математическая статистика»; «Технологические процессы в машиностроении»

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении дисциплин: «Организация и планирование производства», «Производственная логистика», «Управление материально-техническими запасами» и при выполнении выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины «Диагностика технических систем» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся, по их личному заявлению

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Процесс изучения дисциплины «Диагностика технических систем» направлен на формирование элементов

ПК-3 Способен анализировать деятельность предприятия и разрабатывать мероприятия по повышению ее эффективности

Таблица 1- Формирование компетенций дисциплинам

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ПК-3								
Бережливое производство (Б1.В.ОД.1)								
Технология системного моделирования (Б1.В.ОД.9)								
Технология и организация производства продукции и услуг (Б1.В.ОД.10)								
Диагностика технических систем (Б1.В.ОД.11)								
Организация и планирование производства (Б1.В.ОД.12)								
Управление материально-техническими запасами (Б1.В.ОД.13)								
Управление проектами (Б1.В.ОД.15)								
Операционная стратегия предприятия (Б1.В.ОД.19)								
Производственная логистика (Б1.В.ОД.20)								

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Ознакомительная практика (Б2.У.1)</i>								
<i>Организационно-управленческая практика (Б2.П.1)</i>								
<i>Организационно-управленческая практика (Б2.П.2)</i>								
<i>Преддипломная практика (Б2.П.3)</i>								
<i>Подготовка и защита ВКР (Б3.Д.1)</i>								

ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП

Таблица 2- Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
		Планируемые результаты обучения по дисциплине	Текущего контроля	Промежуточной аттестации	Оценочные средства	Промежуточной аттестации
<i>Освоение дисциплины причастно к ТФ А/02.6 (ПС 40.084 «Специалист по организации сетей поставок машиностроительных организаций»), решает задачу «Постановки задач и разработка планов научных исследований в области системного анализа и управления на основе системного подхода к организации научных исследований с применением современных информационных технологий»</i>						
ПК-3. Способен анализировать деятельность предприятия и разрабатывать мероприятия по повышению ее эффективности	ИПК-3.1. Анализирует деятельность предприятия	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> -принципы обеспечения надежности технических систем (ИПК-3.1); -принципы разработки систем диагностирования (ИПК-3.1). 	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – оценивать надежность технических систем (ИПК-3.1). 	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – методами оценки надежности технических систем (ИПК-3.1) 	<p>Вопросы к практическим работам и задания к лабораторным работам по темам.</p> <p>Тестирование</p>	Тестирование
	ИПК-3.2. Разрабатывает мероприятия по повышению эффективности деятельности предприятия	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> -принципы построения математических моделей технической диагностики (ИПК-3.2). 	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> –строить табличные модели технической диагностики (ИПК-3.2). 	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> –методами построения алгоритмов диагностирования (ИПК-3.2). 	<p>Вопросы к практическим работам и задания к лабораторным работам по темам.</p> <p>Тестирование</p>	Тестирование

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. 144 часов, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 3

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам
		б сем
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	144	144
1. Контактная работа:	75	75
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	68	68
занятия лекционного типа (Л)	34	34
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. Занятия и др.)	17	17
Лабораторные работы	17	17
1.2. Внеаудиторная, в том числе	7	7
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	7	7
2. Самостоятельная работа (СРС)	42	42
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка:	42	42
проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий,	14	14
подготовка к практическим занятиям	14	14
подготовка к лабораторным работам	14	14
Подготовка к экзамену (контроль)	27	27

4.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4.1-Содержание дисциплины, структурированное по темам для студентов очного обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса				
		Контактная работа		Практические занятия, час	Самостоятельная работа студентов								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час										
1 семестр													
ПК-3 ИПК-3.1 ИПК-3.2	Раздел 1 Теория надежности технических систем												
	Тема 1.1 Основные понятия теории надежности	2			2	Подготовка к лекции 6.1.1 гл.1.1- 12	Тесты						
	Тема 1.2 Показатели безотказности	4			2	Подготовка к лекции 6.1.1 гл.1.3	Тесты						
	Тема 1.3 Надежность при постепенных отказах	2			2	Подготовка к лекции 6.1.1 гл.1.4	Тесты						
	Тема 1.4 Надежность системы. Резервирование	2			2	Подготовка к лекции 6.1.1 гл.1.5	Тесты						
	Лабораторная работа 1.1 Надежность невосстанавливаемых объектов		3		2	Подготовка к лабораторной работе 6.1.5.гл. 1	Вопросы к семинару						
	Лабораторная работа 1.2 Надежность при постепенных отказах		3		2	Подготовка к лабораторной работе 6.1.5.гл. 2	Вопросы к семинару						
	Лабораторная работа 1.3 .надежность восстанавливаемых объектов		2		2	Подготовка к лабораторной работе 6.1.5.гл. 3	Вопросы к семинару						
	Итого по 1 разделу	10	8	0	14								
	Раздел 2. Отказы в технических системах												
	Тема 2.1 Причины отказов в технических системах	2			1	Подготовка к лекции 6.1.3 гл.2.1	Тесты						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
	Тема 2.2 Дефекты и причины их возникновения	2			1	Подготовка к лекции 6.1.3 гл.2.3	Тесты						
	Тема 2.3 Дефекты технологических операций	2			1	Подготовка к лекции 6.1.3 гл.2.4	Тесты						
	Тема 2.4 Виды износа сопряженных деталей машин	2			1	Подготовка к лекции 6.1.3 гл.2.5	Тесты						
	Практическое занятие 2.1 Причины отказов в технических системах			2	1	Подготовка к практическому занятию 6.1.3 гл. 2.1	Вопросы к семинару						
	Практическое занятие 2.2 Дефекты и причины их возникновения			2	1	Подготовка к практическому занятию 6.1.3.гл. 2.3	Вопросы к семинару						
	Практическое занятие 2.4 Виды износа сопряженных деталей машин			3	1	Подготовка к практическому занятию 6.1.3.гл. 2.5	Вопросы к семинару						
	Итого по 2 разделу	8	0	9	7								
Раздел 3. Диагностика технических систем													
	Тема 3.1 Основные понятия технической диагностики	2			2	Подготовка к лекции 6.1.1 гл.3.3	Тесты						
	Тема 3.2 Математические модели технической диагностики	4			2	Подготовка к лекции 6.1.1 гл.4.1	Тесты						
	Тема 3.3 Статистические методы в технической диагностике	2			2	Подготовка к лекции 6.1.1 гл.4.4	Тесты						
	Тема 3.4 Прогнозирование технического состояния технических систем	2	0		2	Подготовка к лекции 6.1.1 гл.4.5	Тесты						
	Лабораторная работа 3.1 Разработка диагностической модели технической системы		3		2	Подготовка к лабораторному занятию 6.1.5.гл. 4	Отчет по лабораторной работе						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
	Лабораторная работа 3.2 Статистические методы в технической диагностике		3		2	Подготовка к лабораторному занятию 6.1.5.гл. 5	Отчет по лабораторной работе						
	Лабораторная работа 3.3 Прогнозирование состояния технической системы		3		2	Подготовка к лабораторному занятию 6.1.5.гл. 6	Отчет по лабораторной работе						
	Итого по 3 разделу	10	9	0	14								
	Раздел 4. Неразрушающие методы контроля												
	Тема 4.1 Основные виды неразрушающего контроля деталей	2			1	Подготовка к лекции 6.1.4 гл.2	Тесты						
	Тема 4.2 Акустические методы контроля	2			1	Подготовка к лекции 6.1.4 гл.3	Тесты						
	Тема 4.2 Методы вибродиагностики	2			1	Подготовка к лекции 6.1.4 гл.4	Тесты						
	Практическое занятие 4.1 Акустические методы контроля			4	2	Подготовка к практическому занятию 6.1.4.гл. 3	Вопросы к семинару						
	Практическое занятие 4.2 Методы вибродиагностики			2	2	Подготовка к практическому занятию 6.1.4.гл. 4	Вопросы к семинару						
	Итого по 4 разделу	6	0	8	7								
	Итого	34	17	17	42								

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

5.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

5.1.1 Вопросы для текущего и промежуточного контроля знаний обучающихся

Примерный тест для текущего контроля знаний по теме. Тема 1.1 Основные понятия технической диагностики

1. Что такое надежность технической системы?
2. Что такое исправное состояние технической системы?
3. Что такое работоспособное состояние технической системы?
4. В каком случае наступает предельное состояние?
4. Что такое отказ технической системы

Примерный список вопросов для текущего контроля знаний на практическом занятии 2.1 Причины отказов в технических системах

1. Какова структура металлов и их сплавов?
2. Что такое микротрешины в материале?
3. Что происходит с микротрешинами под действием внешних нагрузок ?
4. Какое действие на материалы оказывают повышенная температура и внешняя агрессивная среда?

Типовое задание к лабораторной работе 1.1 «Надежность невосстанавливаемых объектов»

Задание: Провести моделирование статистических испытаний надежности невосстанавливаемых объектов

- сформировать набор случайных чисел времени наработки до отказа,
- построить гистограмму результатов испытаний.
- определить показатели безотказности,
- проверить гипотезу о законе распределения.

5.1.2 Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (экзамен)

1. Понятие надежности как свойства объекта. Основные состояния и события, которыми характеризуется надежность.
2. Классификация отказов по типу и природе происхождения.
3. Составляющие надежности. Показателя надежности
4. Показатели безотказности объекта. Отличие статистических и вероятностных показателей безотказности.
5. Схема испытаний объекта при определении статистических оценок показателей безотказности. Выбор закона распределения
6. Определение показателей безотказности
7. Средняя наработка до отказа и дисперсия средней наработки
8. Условные средние наработки до отказа и их использование
9. Нормальный закон распределения наработки до отказа.
10. Экспоненциальный, логнормальный и гамма-распределение наработки до отказа
11. Надежность систем. Общие понятия и определения
12. Сущность и виды резервирования в системах
13. Надежность основной системы
14. Надежность восстанавливаемых объектов и систем
15. Надежность объектов при постепенных отказах
16. Определяющий параметр и модель случайного процесса его изменения

17. Основные классы и типы моделей приближения объектов к отказам.
18. Определение времени сохранения работоспособности
19. Причины потери работоспособности технических систем
20. Анализ закономерностей изменения свойств материалов
21. Законы состояния и старения
22. Классификация видов изнашивания
23. Основные виды изнашивания сопряженных деталей
24. Абразивное изнашивание
25. Изнашивание при хрупком разрушении.
26. Усталостное изнашивание.
27. Адгезионное изнашивание
28. Коррозионно-механическое и окислительное изнашивание
29. Коррозионное растрескивание.
30. Щелевая коррозия.
31. Основные понятия и определения технической диагностики
32. Задачи контроля и диагностирования
33. Сущность процесса диагностирования
34. Классификация методов контроля диагностирования
35. Функциональное и тестовое диагностирование
36. Диагностирование по результатам измерения параметров
37. Показатели контролепригодности
38. Показатели диагностирования
39. Аналитическая модель объекта диагностирования
40. Структурная, функциональная и логическая модели объекта диагностирования
41. Табличная форма диагностических моделей
42. Табличный метод минимизации теста по максимальному числу вхождений признаков в различающую функцию
43. Алгоритмы диагностирования
44. Выбор оптимального алгоритма диагностирования
45. Применение формулы Байеса для решения задач диагностирования
46. Диагностирование на основе методов статистических решений
47. Прогнозирование технического состояния системы
48. Основы неразрушающих методов контроля
49. Основные виды оптического контроля
50. Методы контроля проникающими веществами
51. Явление капиллярности. Методы капиллярного контроля
52. Явление намагничивания. Магнитные виды контроля
53. Вихревоковые методы контроля
54. Физические основы акустических методов контроля
55. Классификация акустических методов контроля
56. Акустические методы прохождения
57. Акустические методы отражения
58. Комбинированные акустические методы
59. Акустические спектральные методы собственных колебаний
60. Акустические спектральные методы вынужденных колебаний
61. Импедансные акустические методы
62. Пассивные акустические методы
63. Основные параметры вибрации. Временная развертка и спектральное представление вибрационного сигнала.
64. Вибрация элементов механизмов (роторов, подшипников, зубчатых колес).
65. Средства контроля и обработки вибrosигналов.
66. Функции системы вибромониторинга

5.2 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов. В основу балльно-рейтинговой системы положены принципы, в соответствии с которыми формирование рейтинга студента осуществляется в ходе текущего, промежуточного контроля и промежуточной аттестации знаний.

Шкала оценивания	Экзамен
90<R<=100	Отлично
75<R<=89	Хорошо
60<R<=74	Удовлетворительно
0<R<=59	Неудовлетворительно

При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», либо «зачет», «незачет».

.

Таблица 5.2 - Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПК-3. Способен анализировать деятельность предприятия и разрабатывать мероприятия по повышению ее эффективности	ИПК-3.1. Анализирует деятельность предприятия	Не знает принципы обеспечения надежности технических систем, принципы разработки систем диагностирования. Не может оценить надежность технических систем.	Формально знает принципы обеспечения надежности технических систем, принципы разработки систем диагностирования. При оценке надежности технических систем допускает существенные ошибки, которые может исправить с помощью преподавателя	Знает принципы обеспечения надежности технических систем, принципы разработки систем диагностирования. При оценке надежности технических систем допускает несущественные ошибки, сам их исправляет	Отлично знает принципы обеспечения надежности технических систем, принципы разработки систем диагностирования. Может верно оценить надежность технических систем.
	ИПК-3.2. Разрабатывает мероприятия по повышению эффективности деятельности предприятия	Не знает принципы построения математических моделей технической диагностики. Не может строить табличные модели технической диагностики	Формально знает принципы построения математических моделей технической диагностики. При построении табличных моделей технической диагностики допускает существенные ошибки, которые может исправить с помощью преподавателя	Знает принципы построения математических моделей технической диагностики. При построении табличных моделей технической диагностики допускает несущественные ошибки, сам их исправляет	Отлично знает принципы построения математических моделей технической диагностики. Может верно построить табличные модели технической диагностики.

Таблица 7. Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « отлично » заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку « хорошо » заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку « удовлетворительно » заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку « неудовлетворительно » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

1. Сапожников В. В. *Основы теории надежности и технической диагностики* : учебник / В. В. Сапожников, В. В. Сапожников, Д. В. Ефанов; Сапожников В. В., Сапожников В. В., Ефанов Д. В. - Санкт-Петербург : Лань. - 588 с.
2. Долгин В.П. *Надежность технических систем* : Учеб.пособие / В.П. Долгин, А.О. Харченко. - М. : Вузовский учеб.; ИНФРА-М, 2015. - 166 с.
3. *Физика отказов* / АН СССР, Мин-во приборостроения средств автоматизации и систем управления, Ин-т проблем управления. - М. : Наука, 1981. - 164 с. : ил. - Библиогр.:с.158.
4. Каневский И.Н *Неразрушающие методы контроля*: Учеб.пособие / И.Н. Каневский, Е.Н. Сальникова; Дальневост.гос.техн.ун-т (ДВПИ им.В.В.Куйбышева). - Владивосток : Изд-во ДВГТУ, 2007. - 243 с.
5. Запорожцев А.В. *Математические модели диагностики технических систем* : Учеб.пособие / А.В. Запорожцев; НГТУ им.Р.Е.Алексеева. - Н.Новгород : [Изд-во НГТУ], 2017. - 94 с.

6.2 Справочно-библиографическая литература

1. *Обеспечение надежности сложных технических систем* : Учебник / А.Н. Дорохов [и др.]. - СПб.; М.; Краснодар : Лань, 2011. - 349 с.

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

7.1 Перечень информационных справочных систем

Таблица 8. Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование	Ссылка к ЭБС
---	--------------	--------------

ЭБС		
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://biblio-online.ru/

7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины

Таблица 9. Программное обеспечение

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
Microsoft Windows 7 (подписка MSDN 4689, подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14)	Adobe Acrobat Reader (FreeWare) https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html
	Visual Studio Code (FreeWare) https://code.visualstudio.com/download
	OpenOffice (FreeWare) https://www.openoffice.org/ru/

Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

В таблице 10 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

В данном разделе могут быть приведены ресурсы (ссылки на сайты), на которых можно найти полезную для курса информацию, в т.ч. статистические или справочные данные, учебные материалы, онлайн курсы и т.д.

Таблица 10 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts
	Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем	https://cyberpedia.su/21x47c0.html
	Инструменты и веб-ресурсы для веб-разработки – 100+	https://techblog.sdstudio.top/blog/instrumenty-i-veb-resursy-dlia-veb-razrabotki-100-plus

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 11 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации»<https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 11 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Таблица 12 - Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	4204 учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации; г. Нижний Новгород, ул. Минина, 28 В	1. Доска меловая - 1 шт. 2. Мультимедийный проектор Benq MX 505 - 1 шт. 3. Ноутбук Toshiba Satellite L40-17T (переносное оборудование из ауд. 4209) - 1 шт. 4. Комплект настенных плакатов 5. Рабочее место студента - 18	1. Windows 7 Starter (DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14), Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Office 2007(DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14) 3. Dr. Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024); 4. APM WinMashine(Ф3-649/2006) Windows server 2012 (Авторизационный номер лицензиата 91194359zze1411, Номер лицензии 61196358); 5. Распространяемое по свободной лицензии: T-flex docs 12 (Ознакомительная версия); ERP Галактика 7.1; МВТУ 3.7; ТехноПро 9; GPSS; PSS WORLD student version; SciLab 4.1.2 ;T-flex 15 Учебная версия
2	4204a учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации; г. Нижний Новгород, ул. Минина, 28 В	1. Доска меловая - 1 шт. 2. Мультимедийный проектор Benq MX 505 - 1 шт. 3. Ноутбук Toshiba Satellite L40-17T (переносное оборудование из ауд. 4209) - 1 шт. 4. Комплект настенных плакатов 5. Рабочее место студента - 18	1. Windows 7 Starter (DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14), Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Office 2007(DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14) 3. Dr. Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024); APM WinMashine(Ф3-649/2006) Windows server 2012 (Авторизационный номер лицензиата 91194359zze1411, Номер лицензии 61196358); 4. Распространяемое по свободной лицензии: T-flex docs 12 (Ознакомительная версия); ERP Галактика 7.1; МВТУ 3.7; ТехноПро 9; GPSS; PSS WORLD student version; SciLab 4.1.2 ;T-flex 15 Учебная версия
3	4207 учебная аудитория для	. Доска меловая - 1 шт. .Персональные компьютеры Pentium D	1. Windows Vista home basic(DreamSpark Premium, договор

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
	проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации; г. Нижний Новгород, ул. Минина, 28 В	35/1.5 gb/INTEL Graphics 945G/HDD 80 GB 3. Рабочее место студента - 12.	№Tr113003 от 25.09.14); 2. Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGП от 20.05.2024); 3. Project Expert (Регистрационный номер №18901N). 4. Распространяемое по свободной лицензии: Open office

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа: аудиторная, внеаудиторная, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС).

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

При преподавании дисциплины «Диагностика технических систем», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Весь лекционный материал курса сопровождается компьютерными презентациями, в которых наглядно преподносятся материал различных разделов курса и что дает возможность обсудить материал со студентами во время чтения лекций, активировать их деятельность при освоении материала.

На практических и лабораторных занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием подробно разбираются на лабораторных занятиях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч с студентами, так и современных информационных технологий: чат, электронная почта, ZOOM.

Инициируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

10.2 Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а

также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.3 Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

10.4 Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа

Практические занятия охватывают все основные разделы курса и представляют собой детализацию теоретического материала. Они проводятся в целях:

- закрепления теоретического материала курса;
- формирования навыков решения практических задач на основе применения полученных теоретических знаний;
- формирования навыков самостоятельной работы под руководством преподавателя.

Основной формой проведения практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях.

На практических занятиях обучающиеся обсуждают наиболее сложные в теоретическом плане проблемы. Применяются три формы практических занятий:

1. объяснение основных понятий дисциплины по данной теме;
2. устный опрос или тестирование студентов по конкретной тематике практического занятия.;
3. самостоятельная работа студентов с использованием учебных пособий, лекций и консультаций преподавателя при выполнении ими заданий.

Практические занятия обучающихся обеспечивают:

- получение умений и навыков решения типовых заданий, задач, примеров;
- подведение итогов занятий по балльно-рейтинговой системе.

10.5 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в таблице 12). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

Для обучающихся по заочной форме обучения самостоятельная работа является основным видом учебной деятельности.

11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости

Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится комплексная оценка знаний, включающая

- проведение контрольных работ;
- отчет по практическим работам;
- тестирование на сайте преподавателя по различным разделам курса
- ‘экзамен.

11.1.1 Типовые вопросы для практических занятий

Примерный тест для текущего контроля знаний по теме. Тема 1.1 Основные понятия технической диагностики

1. Что такое надежность технической системы?
2. Что такое исправное состояние технической системы?
3. Что такое работоспособное состояние технической системы?
4. В каком случае наступает предельное состояние?
4. Что такое отказ технической системы

Примерный список вопросов для текущего контроля знаний на практическом занятии

2.1 Причины отказов в технических системах

1. Какова структура металлов и их сплавов?
2. Что такое микротрешины в материале?
3. Что происходит с микротрешинами под действием внешних нагрузок ?
4. Какое действие на материалы оказывают повышенная температура и внешняя агрессивная среда?

Типовое задание к лабораторной работе 1.1 «Надежность невосстановляемых объектов»

Задание: Провести моделирование статистических испытаний надежности невосстановляемых объектов

- сформировать набор случайных чисел времени наработки до отказа,
- построить гистограмму результатов испытаний.
- определить показатели безотказности,
- проверить гипотезу о законе распределения.

11.1.2 Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена

1. Понятие надежности как свойства объекта. Основные состояния и события, которыми характеризуется надежность.
2. Классификация отказов по типу и природе происхождения.
3. Составляющие надежности. Показателя надежности
4. Показатели безотказности объекта. Отличие статистических и вероятностных показателей безотказности.
5. Схема испытаний объекта при определении статистических оценок показателей безотказности. Выбор закона распределения
6. Определение показателей безотказности
7. Средняя наработка до отказа и дисперсия средней наработки
8. Условные средние наработки до отказа и их использование
9. Нормальный закон распределения наработки до отказа.

10. Экспоненциальный, логнормальный и гамма-распределение наработки до отказа
11. Надежность систем. Общие понятия и определения
12. Сущность и виды резервирования в системах
13. Надежность основной системы
14. Надежность восстанавливаемых объектов и систем
15. Надежность объектов при постепенных отказах
16. Определяющий параметр и модель случайного процесса его изменения
17. Основные классы и типы моделей приближения объектов к отказам.
18. Определение времени сохранения работоспособности
19. Причины потери работоспособности технических систем
20. Анализ закономерностей изменения свойств материалов
21. Законы состояния и старения
22. Классификация видов изнашивания
23. Основные виды изнашивания сопряженных деталей
24. Абразивное изнашивание
25. Изнашивание при хрупком разрушении.
26. Усталостное изнашивание.
27. Адгезионное изнашивание
28. Коррозионно-механическое и окислительное изнашивание
29. Коррозионное растрескивание.
30. Щелевая коррозия.
31. Основные понятия и определения технической диагностики
32. Задачи контроля и диагностирования
33. Сущность процесса диагностирования
34. Классификация методов контроля диагностирования
35. Функциональное и тестовое диагностирование
36. Диагностирование по результатам измерения параметров
37. Показатели контролепригодности
38. Показатели диагностирования
39. Аналитическая модель объекта диагностирования
40. Структурная, функциональная и логическая модели объекта диагностирования
41. Табличная форма диагностических моделей
42. Табличный метод минимизации теста по максимальному числу вхождений признаков в различающую функцию
43. Алгоритмы диагностирования
44. Выбор оптимального алгоритма диагностирования
45. Применение формулы Байеса для решения задач диагностирования
46. Диагностирование на основе методов статистических решений
47. Прогнозирование технического состояния системы
48. Основы неразрушающих методов контроля
49. Основные виды оптического контроля
50. Методы контроля проникающими веществами
51. Явление капиллярности. Методы капиллярного контроля
52. Явление намагничивания. Магнитные виды контроля
53. Вихревые методы контроля
54. Физические основы акустических методов контроля
55. Классификация акустических методов контроля
56. Акустические методы прохождения
57. Акустические методы отражения
58. Комбинированные акустические методы
59. Акустические спектральные методы собственных колебаний
60. Акустические спектральные методы вынужденных колебаний

- 61. Импедансные акустические методы
- 62. Пассивные акустические методы
- 63. Основные параметры вибрации. Временная развертка и спектральное представление вибрационного сигнала.
- 64. Вибрация элементов механизмов (роторов, подшипников, зубчатых колес).
- 65. Средства контроля и обработки вибросигналов.
- 66. Функции системы вибромониторинга