

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА» (НГТУ)**

Институт промышленных технологий машиностроения (ИПТМ)
(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института:
_____ Манцеров С.А.
_____ подпись _____ ФИО
«06» июня 2023 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.Б.9 Надежность и диагностика технологических систем
(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)
для подготовки магистров

Направление подготовки: 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств

Направленность: Технология машиностроения
Форма обучения: очная, очно-заочная.
Год начала подготовки 2023

Выпускающая кафедра ТиОМ

Кафедра-разработчик ТиОМ

Объем дисциплины 144/ 4.
часов/з.е

Промежуточная аттестация экзамен

Разработчик: Шатагин Д.А., доцент

Нижний Новгород, 2023

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 17 августа 2020 года № 1045 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ протокол от № 11 от 14.03.2023 г.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры «ТиОМ» протокол от 25.05.2023 № 6

Зав. кафедрой к.т.н, доцент Лаптев И.Л. _____
(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом ИПТМ, протокол от 06.06.2023 № 12

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный № 15.04.05-Т-9

Начальник МО _____ Н.Р. Булгакова

Заведующая отделом комплектования НТБ _____ Н.И. Кабанина
(подпись)

Оглавление

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
1.1. Цель освоения дисциплины:.....	4
1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	4
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
4.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ	5
4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ	6
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	21
5.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	21
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	13
6.1. УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	26
6.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ	15
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	15
7.1. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ"	15
7.2. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ	16
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	16
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	16
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	17
10.1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	17
10.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ ЛЕКЦИОННОГО ТИПА	18
10.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТАХ.....	19
10.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ	19
11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ..	19
11.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА В ХОДЕ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ.....	30
11.1.1. Типовые задания для практических работ	<i>Ошибка! Закладка не определена.</i>
11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме зачета	21

1.1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цель освоения дисциплины:

Целью освоения дисциплины является приобретение знаний и умений, позволяющие:

- рационально выбирать критерии для оценки надежности технологических процессов;
- оптимально назначать величины исходных параметров технологического процесса для обеспечения требуемой величины надежности процесса

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

- освоение методики расчета показателей надежности и диагностики технологических систем;
- ознакомление с проблемами диагностирования технологических модулей;
- овладение теоретическими основами и конкретными методиками повышения эффективности использования технологических систем с обеспечением требуемой точности, производительности и экономичности, путем оценки их надёжности, параметрами восстановления и ремонта.

МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Надежность и диагностика технологических систем» включена в обязательный перечень дисциплин в рамках базовой части Блока 1 (Б1.Б9), установленного ФГОС ВО, и является обязательной для всех профилей направления подготовки.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: "Математика", "Основы технологии машиностроения", "Информатика", "Основы САПР", "Начертательная геометрия и инженерная графика", "Технологические процессы в машиностроении", "Резание материалов и оптимизация режимов резания» и «Режущий инструмент», "Металлорежущие станки", "Детали машин и основы конструирования", "Метрология, стандартизация и сертификация".

Дисциплина «Надежность и диагностика технологических систем» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Современные проблемы инструментального обеспечения машиностроительных производств», «Технологическое обеспечение качества» и других дисциплин профессионального цикла, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

2. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)¹

Таблица 1 – Формирование компетенций дисциплинам (очная форма обучения)

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки магистра»			
	1	2	3	4
Надежность и диагностика технологических систем, ОПК-2, ПК-1, ПК-4				
Технологическое обеспечение качества ПК-1				
Планирование эксперимента и обработка данных, ОПК-2, ПК-1				
Научно-исследовательская работа,				

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки магистра»			
	1	2	3	4
<i>ОПК-2</i>				
<i>Современные проблемы машиностроительных производств, ПК-1</i>				
<i>Динамические процессы при обработке резанием, ПК-1</i>				
<i>Моделирование технологических процессов, ПК-1</i>				
<i>Методы искусственного интеллекта в конструировании и технологии машиностроения, ПК-1</i>				
<i>Технологическая (проектно-технологическая) практика, ПК-1, ПК-4</i>				
<i>Преддипломная практика, ПК-1, ПК-4</i>				
<i>Компьютерные интегрированные производственные технологии, ПК-4</i>				
<i>Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы. ОПК-2, ПК-1, ПК-4</i>				

Таблица 1а – Формирование компетенций дисциплинам (очно-заочная форма обучения)

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки магистра»					
	1	2	3	4	5	6
<i>Надежность и диагностика технологических систем, ОПК-2, ПК-1, ПК-4</i>						
<i>Технологическое обеспечение качества ПК-1</i>						
<i>Планирование эксперимента и обработка данных, ОПК-2, ПК-1</i>						
<i>Научно-исследовательская работа, ОПК-2</i>						
<i>Современные проблемы машиностроительных производств, ПК-1</i>						
<i>Динамические процессы при обработке резанием, ПК-1</i>						
<i>Моделирование технологических процессов, ПК-1</i>						
<i>Методы искусственного интеллекта в конструировании и технологии машиностроения, ПК-1</i>						
<i>Технологическая (проектно-технологическая) практика, ПК-1,</i>						

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки магистра»					
	1	2	3	4	5	6
<i>ПК-4</i>						
<i>Преддипломная практика, ПК-1, ПК-4</i>						
<i>Компьютерные интегрированные производственные технологии, ПК-4</i>						
<i>Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы. ОПК-2, ПК-1, ПК-4</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	
			Текущего контроля	Промежуточно й аттестации
ПК-1 Освоение дисциплины причастно к ТФ В/02.6 (ПС 40.011) Трудовые действия: - Организация сбора и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок - Проведение анализа научных данных, результатов экспериментов и наблюдений Трудовые умения: - Оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ Трудовые знания: - Методы анализа научных данных				
ПК-4 Освоение дисциплины причастно к ТФ С/05.6 (ПС 40.031) Трудовые действия: - Контроль за ведением баз знаний и баз данных САРР-системы, PDM –системы, MDM-системы организации, выполняемые специалистами более низкой квалификации Трудовые умения: - Оценивать записи в базах знаний и ба-зах данных САРР-системы, PDM –системы, MDM-системы, сделанные специалистами более низкой квалификации Трудовые знания: - Текстовые редакторы (процессоры): наименования, возможности и порядок работы в них				

ПК-1. Способен проводить работы по сбору, изучению и обработке научно-технической информации и результатов исследований, по разработке математических моделей, выполнять расчетные и экспериментальные исследования	ИПК-1.7. Использует аппарат оценки надежности и способы технической диагностики технологических систем	Знать: -показатели надежности машин и оборудования; - причины возникновения и физическую сущность отказов; - технологические и эксплуатационные мероприятия, направленные на обеспечение и поддержание работоспособного состояния машин и оборудования; - методы проведения испытаний на надежность и обработки полученной информации, - методы расчета и обеспечения надежности машин на этапах проектирования,	Уметь количественно оценивать значения показателей надежности по статистическим данным, полученным в процессе проведения эксплуатационных и стендовых испытаний, а также на основе расчета характеристик безотказности и долговечности элементов конструкции	Владеть прогнозирование м надежности машин и оборудования, составления технической документации эксплуатации машин и оборудования	Тестирование в системе <i>e-Learning</i> (тесты по тринадцати темам)	Вопросы для устного собеседования: билеты (30 билетов)
---	--	--	--	---	--	--

		изготовления и эксплуатации				
ОПК-2. Способен разрабатывать современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ИОПК-2.3. Разрабатывает алгоритмы, проводит расчеты и исследования для оценки систем диагностирования элементов технологических систем.	Знать: - основы математической и физической теории надежности элементов технологических систем; - методический подход и процедуры, необходимые для разработки систем диагностики технологических систем; - структуру и состав, обеспечивающий части, технологические алгоритмы систем диагностики.	Уметь: - выбирать способы продления ресурса быстроизнашивающихся деталей машин на всех этапах их жизненного цикла; - рассчитывать основные количественные показатели надежности технологических систем и их элементов; - выполнять исследования, необходимые для разработки систем диагностики, составлять алгоритмы диагностирования состояния элементов технологических систем;	Владеть: - расчетом количественных показателей надежности технологических систем и их элементов; - разработкой систем диагностики технологических систем и их элементов.	Тестирование в системе <i>e-Learning</i> (тесты по тринадцати темам)	Вопросы для устного собеседования: билеты (30 билетов)

ПК-4. Способен осваивать и применять цифровые технологии для объектов профессиональной деятельности	ИПК - 4.1 Разрабатывает алгоритмы и использует программное обеспечение для оценки показателей надежности оборудования.	Знать: - структуру и способы построения баз данных и знаний	Уметь: - вести базы знаний и базы данных в автоматизированных системах предприятия	Владеть: техникой работы в базах знаний и данных предприятия	Тестирование в системе <i>e-Learning</i> (тесты по тринадцати темам)	Вопросы для устного собеседования: билеты (30 билетов)
---	--	---	--	--	--	--

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. 144 часа, распределение часов по видам работ по семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам 3 сем/3 сем
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	144/144	144/144
1. Контактная работа:	57/57	57/57
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	51/51	51/51
занятия лекционного типа (Л)	17/17	17/17
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. Занятия и др)	17/17	17/17
лабораторные работы (ЛР)	17/17	17/17
1.2. Внеаудиторная, в том числе	6/6	6/6
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)		
текущий контроль, консультации по дисциплине		
контактная работа на промежуточном контроле (КСР)	6/6	6/6
2. Самостоятельная работа (СРС)	51/51	51/51
реферат/эссе (подготовка)		
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)		
контрольная работа		
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)		
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	51/51	51/51
Подготовка к экзамену (контроль)	36/36	36/36
Подготовка к зачёту (контроль)		

3.2. 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 индиккаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)	
		Контактная работа			ная работа студентов					
		Лекции	лаборато рные	практиче ские						
2 семестр										
ПК-1 ИПК-1.7 ОПК-2 ИОПК-2.3 ПК-4 ИПК -4.1	Раздел 1. Введение					Подготовка к лекциям				
	Тема 1.1. Цели и задачи дисциплины	1,0			2,0	1.1.2 стр. 5- 59	Самостоятельная работа с литературой			
ПК-1 ИПК-1.7 ОПК-2 ИОПК-2.3 ПК-4 ИПК -4.1	Работа по освоению 1 раздела:	1,0			2,0					
	реферат, эссе (тема)									
	расчётно-графическая работа (РГР)									
	контрольная работа									
	Итого по 1 разделу	1,0			4,0					
	Раздел 2. Физические основы теории надежности.					Подготовка к лекциям				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			ная работа студентов				
		Лекции	лаборато рные	практиче ские занятия					
	Тема 2.1. Физические закономерности отказов. Анализ причин и видов повреждений элементов технологических систем	1,0	1,0		2,0	1.2.2 с.204-207	Самостоятельная работа с литературой		
	Тема 2.2. Специфика формирования отказов автоматизированных технологических систем.	1,0	1,0		2,0	1.2.2 с.207-231	Самостоятельная работа с литературой		
	Тема 2.3 Оценка влияния различных повреждений на изменение выходных параметров автоматизированных технологических систем.	1,0	1,0		2,0	1.2.2 с.231-241	Самостоятельная работа с литературой		
	Работа по освоению 2 раздела:	3,0	3,0		6,0				
	реферат, эссе (тема)								
	расчётно-графическая работа (РГР)								

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			ная работа студентов				
		Лекции	лабораторные	практические занятия					
	контрольная работа								
Итого по 2 разделу		3,0	3,0		6,0				
ПК-1 ИПК-1.7 ОПК-2 ИОПК-2.3 ПК-4 ИПК -4.1	Раздел 3. Математические основы теории надежности					Подготовка к лекциям			
	Тема 3.1. Законы распределения случайных величин, определяющих надежность технологических систем. Классификация технических систем и элементов по критериям надежности. Характеристика потоков отказов и восстановлений в теории надежности. Характеристика отказов, вызванных процессами износа и старения. Марковские процессы отказов и восстановлений	1,0	1,0		2,0	1.3.2 с.258-265	Самостоятельная работа с литературой		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			ная работа студентов				
		Лекции	лабораторные	практические занятия					
	технологических систем								
Работа по освоению 3 раздела:	1,0	1,0		2,0					
реферат, эссе (тема)									
расчётно-графическая работа (РГР)									
контрольная работа									
Итого по 3 разделу	1,0	1,0		2,0					
ПК-1 ИПК-1.7 ОПК-2 ИОПК-2.3 ПК-4 ИПК -4.1	Раздел 4. Методы расчета показателей надежности технологических систем					Подготовка к лекциям			
	Тема 4.1. Основные показатели для оценки надежности технологических систем.	1,0	1,0	2,0	4,0	1.4.6 с.112-124	Самостоятельная работа с литературой		
	Тема 4.2. Итерационные методы в теории надежности. Расчет показателей надежности отдельных элементов системы	1,0	1,0	2,0	4,0	1.4.6 с.124-168	Самостоятельная работа с литературой		
	Тема 4.3. Расчет показателей	1,0	1,0	1,0	3,0	1.4.6 с.168-189	Самостоятельная работа с		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			ная работа студентов				
		Лекции	лаборато рные	практиче ские					
	надежности систем с последовательной структурой. Расчет показателей надежности систем со структурной избыточностью						литературой		
	Работа по освоению 4 раздела:	3,0	3,0	5,0	11,0				
	реферат, эссе (тема)								
	расчётно-графическая работа (РГР)								
	контрольная работа								
	Итого по 4 разделу	3,0	3,0	5,0	11,0				
	Раздел 5. Диагностика как область научно-технических знаний и ее роль в повышении эффективности автоматизированного производства					Подготовка к лекциям			
	Тема 5.1. Основные понятия и термины в области диагностики. Цели и задачи технической дигностики.	1,0	1,0	3,0	5,0	1.5.6 с.288-311	Самостоятельная работа с литературой		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			ная работа студентов				
		Лекции	лабораторные	практические					
	Тема 5.2. Объекты и параметры диагностирования технологических систем. Виды и методы технической диагностики. Предэксплуатационная и эксплуатационная диагностика.	1,0	1,0	3,0	5,0	1.5.6 с.311-325	Самостоятельная работа с литературой		
	Работа по освоению 5 раздела:	2,0	2,0	6,0	10,0				
	реферат, эссе (тема)								
	расчётно-графическая работа (РГР)								
	контрольная работа								
	Итого по 5 разделу	2,0	2,0	6,0	10,0				
ПК-1 ИПК-1.7 ОПК-2 ИОПК-2.3 ПК-4 ИПК -4.1	Раздел 6. Научно-методический подход и принципы диагностирования технологических систем					Подготовка к лекциям			
	Тема 6.1. Основа для разработки систем диагностики. Системы технической диагностики и контроля	1,0	1,0	2,0	4,0	1.6.6 с.354-368	Самостоятельная работа с литературой		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			ная работа студентов				
		Лекции	лаборато рные	практиче ские					
	в управлении технологическими процессами.								
Тема 6.2. Контроль изменения состояния диагностируемого объекта и диагностические при знаки. Организационные стратегии повышения надежности и производительности технологи-ческих систем с использованием диагностирования.	1,0	1,0	2,0	4,0	1.6.6 с.368- 378	Самостоятельная работа с литературой			
Тема 6.3. Достоверность и надежность контроля при диагностировании технологических систем.	1,0	1,0	2,0	3,0	1.6.6 с.378- 391	Самостоятельная работа с литературой			
Тема 6.4. Расчет надежности и	1,0	1,0		3,0	1.6.6 с.391- 399	Самостоятельная работа с			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			ная работа студентов				
		Лекции	лабораторные	практические					
	достоверности контроля при диагностировании технологических систем с несколькими контролируемыми параметрами.						литературой		
	Работа по освоению 6 раздела:	4,0	4,0	6,0	14,0				
	реферат, эссе (тема)								
	расчётно-графическая работа (РГР)								
	контрольная работа								
	Итого по 6 разделу	4,0	4,0	6,0	14,0				
ПК-1 ИПК-1.7 ОПК-2 ИОПК-2.3 ПК-4 ИПК -4.1	Раздел 7. Методы и алгоритмы управления точностью технологических систем на основе диагностической информации.					Подготовка к лекциям			
	Тема 7.1. Компенсация повреждений в автоматизированных технологических системах.	1,0	2,0		2,0	1.7.2 с. 239- 256	Самостоятельная работа с литературой		
	Тема 7.2. Методы управления точностью технологических	1,0	1,0		2,0	1.7.2 с. 256- 271	Самостоятельная работа с литературой		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			ная работа студентов				
		Лекции	лаборато рные	практиче ские					
	процессов.								
	Тема 7.3. Алгоритмы управления состоянием и точностью оборудования технологических систем	1,0	1,0		2,0	1.7.2 с.271- 289	Самостоятельная работа с литературой		
	Работа по освоению 7 раздела:	3,0	4,0		6,0				
	реферат, эссе (тема)								
	расчётно-графическая работа (РГР)								
	контрольная работа								
	Итого по 7 разделу	3,0			6,0				
	Курсовая работа (КР)								
	Курсовой проект (КП)								
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	17,0	17,0	17,0	51,0				
	ИТОГО ЗА КУРС	17,0	17,0	17,0	51,0				

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

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

Вопросы для текущего контроля знаний обучающихся сформированы из перечня следующих вопросов по дисциплине:

1. Определение понятия «Надежность».
2. Определение понятия «Диагностика».
3. Тенденции развития учебного курса «Надёжность и диагностика технологических систем».
4. Сформулируйте определения понятий надежности, характеризующих состояние технологической системы и ее элементов: надежность, работоспособное и неработоспособное состояния, отказ, критерий отказа, повреждение, исправное (его отличие от работоспособного) и предельное состояния, функциональный и параметрический отказы, параметрическая надежность станка и инструмента.
5. Дайте определение временных показателей надежности: наработка, наработка до отказа, ресурс, остаточный ресурс, срок службы, назначенный ресурс, назначенная наработка.
6. Каковы различия между свойствами технологической системы — безотказность и долговечность?
7. Какие события называются случайными?
8. Какой поток случайных событий считается простейшим?
9. Понятие и виды случайных величин.
10. Что представляет собой функция распределения случайной величины?
11. Математические и статистические оценки числовых характеристик случайных величин.
12. Назовите три типовые периода эксплуатации, характерные для любого технического изделия.
13. Основные виды законов распределения случайных величин и событий. Области их применения. Понятие и характеристики случайного процесса.
14. Понятие металлорежущие системы.
15. Назовите основные процессы, присутствующие в станках.
16. Что входит в понятие «Быстропротекающий процесс».
17. Критерии работоспособности станка.

Таблица 5 – При текущем контроле (контрольные недели) и оценка выполнения практических работ

Шкала оценивания	Текущий контроль
$40 < R \leq 50$	отлично
$30 < R \leq 40$	хорошо
$20 < R \leq 30$	удовлетворительно
$0 < R \leq 20$	неудовлетворительно

При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по результатам ответа на поставленные вопросы (табл. 6).

Таблица 6 – При промежуточном контроле и оценке выполнения практических работ

Шкала оценивания	Экзамен
90-100%	отлично
75-89%	хорошо
60-74%	удовлетворительно
0-59%	неудовлетворительно

Таблица 6 – 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
ОПК-2. Способен разрабатывать современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ИОПК-2.3. Разрабатывает алгоритмы, проводит расчеты и исследования для оценки систем диагностирования элементов технологических систем.	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не усвоены основные законы и правила общей физики, непонимание их использования в рамках поставленных целей и задач, что препятствует усвоению последующего материала	Фрагментарные, поверхностные знания по методам математического анализа. Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала. Допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя. Затруднения при формулировании результатов и их решений	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи профессиональной деятельности, имеет навык в постановки целей и выбора оптимальных способов их достижения.	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании
ПК-1. Способен	ИПК-1.7. Использует	Изложение учебного	Фрагментарные,	Знает материал на	Имеет глубокие

проводить работы по сбору, изучению и обработке научно-технической информации и результатов исследований, по разработке математических моделей, выполнять расчетные и экспериментальные исследования	аппарат оценки надежности и способы технической диагностики технологических систем	материала бессистемное, неполное, не усвоены основные законы и правила общей физики, непонимание их использования в рамках поставленных целей и задач, что препятствует усвоению последующего материала	поверхностные знания по методам математического анализа. Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала. Допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя. Затруднения при формулировании результатов и их решений	достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи профессиональной деятельности, имеет навык в постановки целей и выбора оптимальных способов их достижения.	знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании
ПК-4. Способен осваивать и применять цифровые технологии для объектов профессиональной деятельности	ИПК -4.1 Разрабатывает алгоритмы и использует программное обеспечение для оценки показателей надежности оборудования.	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не усвоены основные законы и правила общей физики, непонимание их использования в рамках поставленных целей и задач, что препятствует усвоению последующего материала	Фрагментарные, поверхностные знания по методам математического анализа. Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала.	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи профессиональной деятельности, имеет навык в постановки целей и выбора оптимальных способов их	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются

			Допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя. Затруднения при формулировании результатов и их решений	достижения.	единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании
--	--	--	---	-------------	---

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электронный адрес кафедры ТиОМ kpmis@nntu.ru

Для самостоятельного изучения теоретической части курса, подготовки к практическим занятиям на кафедре ТиОМ и в научно-технической библиотеке (<https://library.nntu.ru/megapro/web>) имеются:

5.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

Таблица 8 – Перечень учебной литературы

Наименование учебно-методического обеспечения
1. Кочергин А.И. основы надежности металлорежущих станков:/Учеб. пособие для вузов по спец. 0501 «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты» -2-е изд., перераб. и доп.-Минск. Выш. школа, 1982. -175 с., ил
2. Борисов В Н. Машиностроение в воспроизводственном процессе.— М.: Макс- пресс, 2000.
3. Худобин Л.В., Гурьянихин В.Ф., Юганов В.С. Диагностика и управление процессом шлифования по амплитуде звукового давления // Вестник машиностроения. 2000. № 11.
4. Надежность и диагностика технологических систем: Учебник / В.А. Синопальников, С.Н. Григорьев. — М.: Высш. шк., 2005. - 343 с.: ил.

6.2.Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям
Методические указания по выполнению практических работ по дисциплине
Технологическое обеспечение качества технологического оснащения выложены в электронной библиотеке <https://library.nntu.ru/megapro/web> .

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Ресурсы системы федеральных образовательных порталов:

1. Федеральный портал. Российское образование, <http://www.edu.ru/>
2. Российский образовательный портал, <http://www.school.edu.ru/default.asp>

Научно-техническая библиотека НГТУ

<https://www.nntu.ru/structure/view/podrazdeleniya/nauchno-tehnicheskaya-biblioteka/resursy>

Электронная библиотека «Первокурсник» Института ИЯЭиТФ:

<https://www.nntu.ru/structure/view/podrazdeleniya/nauchno-tehnicheskaya-biblioteka/resursy#collapse2411>

ЭК книг и периодических изданий

<https://library.nntu.ru/megapro/web>

Библиотека электронных учебников

<http://fdp.nntu.ru/книжная-полка/>

Реферативные журналы

https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/library/resursy/ref_gyrnal_16.pdf

7.2.Перечень информационных справочных систем

Таблица 9 – Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка к ЭБС
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://biblio-online.ru/

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 10 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 10 – 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

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения

В таблице 11 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые должны оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную, информационно-образовательную среду НГТУ.

Таблица 11 – Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине

№ п/п	Наименование дисциплины (модуля), практик в	Наименование специальных* помещений и помещений для	Оснащенность специальных помещений и помещений для	Программное обеспечение
-------	---	---	--	-------------------------

	соответствии с учебным планом	самостоятельной работы	самостоятельной работы	
1	Надежность и диагностика технологических систем	1. Лаборатория резания материалов № 4102 учебного корпуса № 4 ул. Минина, дом 24В	1. Доска меловая - 1 шт. 2. Мультимедийный проектор (EPSON EB-X05) - 1 шт. 3. Ноутбук Lenovo V110 (Lenovo: Intel Core i5, RAM: 2Gb, HDD: 500 Gb, Дисплей - 15', OS Linux Ubuntu 20.04) - 1 шт. 4. Экран - 1 шт. 5. Испытательный стенд на базе токарно-винторезного станка 1K62 6. Станок горизонтально-фрезерный 6M82 7. Станок вертикально-сверлильный 2H1258. 8. Рабочее место студента - 30	1. Microsoft Office 2007 стандартный (Word, Power Point, Access, Excel), T-Flex Docs 7x (лиц. № Б00001494) 2. OS Linux Ubuntu 20.04;

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 проводится в электронной информационно-образовательной среде университета (далее – ЭИОС).

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

На лекциях 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 практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и

групповые консультации с использованием, как встреч студентами, так и современных информационных технологий: чат, электронная почта, Skype, Zoom.

Иницируется 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.

Аттестация проводится в экзамена с учетом текущей успеваемости.

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.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных и практических работах

Подготовку к каждой лабораторной и практической 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 и практических 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.

10.5. 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, отчетов по лабораторным работам 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. Через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» можно воспользоваться ресурсами электронной информационно-образовательной среды университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системы (ЭБС), где в электронном виде размещены учебные и учебно-методические материалы.

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:

- отчет по практическим работам;
- отчет по лабораторным работам
- тестирование на сайте преподавателя по различным разделам курса;
- экзамен.

11.1.2 Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена

Перечень вопросов и заданий для подготовки к экзамену (ОПК-2, ИОПК-2.3):

1. Основные термины и определения в области надежности.
2. Физические закономерности отказов.
3. Анализ причин и видов повреждений элементов технологических систем.
4. Специфика формирования отказов автоматизированных технологических систем.
5. Оценка влияния различных повреждений на изменение выходных параметров автоматизированных технологических систем.
6. Законы распределения случайных величин, определяющих надежность технологических систем.
7. Классификация технических систем и элементов по критериям надежности.
8. Характеристика потоков отказов и восстановлений в теории надежности.
9. Характеристика отказов, вызванных процессами износа и старения.
10. Марковские процессы отказов и восстановлений технологических систем.

Перечень вопросов и заданий для подготовки к экзамену (ПК-1, ИПК-1.7):

11. Основные показатели для оценки надежности технологических систем.
12. Итерационные методы в теории надежности.
13. Расчет показателей надежности отдельных элементов системы.
14. Расчет показателей надежности систем с последовательной структурой.
15. Расчет показателей надежности систем со структурной избыточностью.
16. Основные понятия и термины в области диагностики.
17. Цели и задачи технической диагностики.
18. Объекты и параметры диагностирования технологических систем.
19. Виды и методы технической диагностики.
20. Предэксплуатационная и эксплуатационная диагностика.

Перечень вопросов и заданий для подготовки к экзамену (ПК-4, ИПК-4.1):

21. Основа для разработки систем диагностики.

22. Системы технической диагностики и контроля в управлении технологическими процессами.
 23. Контроль изменения состояния диагностируемого объекта и диагностические признаки.
 24. Организационные стратегии повышения надежности и производительности технологических систем с использованием диагностирования.
 25. Достоверность и надежность контроля при диагностировании технологических систем.
 26. Расчет надежности и достоверности контроля при диагностировании технологических систем с несколькими контролируемыми параметрами.
 27. Компенсация повреждений в автоматизированных технологических системах.
 28. Методы управления точностью технологических процессов.
 29. Алгоритмы управления состоянием и точностью оборудования технологических систем.
 - 30.
-