

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

---

Образовательно – научный институт  
промышленных технологий машиностроения (ИПТМ)

---

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

\_\_\_\_\_ Панов А.Ю.  
подпись ФИО

“07” июня 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ОД.7 Надежность и техническая диагностика роботов и РТС**

для подготовки магистров

Направление подготовки: 15.04.06 Мехатроника и робототехника

Направленность: Роботы и робототехнические системы

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2022 г.

Выпускающая кафедра: АМ

Кафедра-разработчик: АМ

Объем дисциплины: 288/8

Промежуточная аттестация: Зачет

Разработчик: Сизов А.Ю., ассистент

Нижний Новгород 2022 г.

Рецензент: Агапов М.М., начальник отдела программно-технического и информационного обеспечения, ГКУ НО «ГУАД», к.т.н.

\_\_\_\_\_ «07» 06 2022 г.

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 15.04.06 «Мехатроника и робототехника», утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ

от 14 августа 2020 г. № 1023 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ

протокол от 14.04.2022 г. № 15

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 31 мая 2022 г. № 7  
Зав. кафедрой к.т.н, доцент, Манцеров С.А. \_\_\_\_\_

подпись

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института ИПТМ, Протокол от 07 июня 2022 г. №11

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный № 15.04.06-Р-14  
Начальник МО \_\_\_\_\_ Н.Р. Булгакова

Заведующая отделом комплектования НТБ

\_\_\_\_\_ Н.И. Кабанина

(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель и задачи освоения дисциплины .....	<b>ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.</b>
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы .....	4
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины .....	5
4. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины .....	9
5. Структура и содержание дисциплины .....	14
6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	18
7. Информационное обеспечение дисциплины .....	18
8. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ.....	20
9. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	20
10. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины.....	21
11. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....	23
12. Рецензия .....	25

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**1.1. Целью освоения дисциплины является** изучение методов расчета и оценки параметров надежности роботов и робототехнических систем.

### **1.2. Задачи освоения дисциплины:**

- Изучение основных показателей надёжности, их взаимосвязи и пути их повышения
- Изучение методик расчета основных показателей технических систем
- Получение навыков подбора технических средств для реализации систем технической диагностики
- Разработка экспериментальных образцов мехатронных и робототехнических систем, их модулей и подсистем, а также их симуляционных моделей с целью проверки и обоснования основных теоретических и технических решений, подлежащих включению в техническое задание на выполнение опытно-конструкторских работ.
- Организация и проведение экспериментов на действующих мехатронных и робототехнических системах, их подсистемах и отдельных модулях с целью определения их эффективности и определения путей совершенствования, обработка результатов экспериментальных исследований с применением современных информационных технологий.
- Расчет и проведение исследований мехатронных и робототехнических систем, управляющих, информационно-сенсорных и исполнительных подсистем с использованием методов математического моделирования, проведение макетирования и испытаний действующих систем, обработка экспериментальных данных с применением современных информационных технологий.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Учебная дисциплина Б1.В.ОД.7 «Надежность и техническая диагностика роботов и РТС» включена в обязательный перечень 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 15.04.06 «Мехатроника и робототехника». Дисциплина изучается на 1 курсе в втором семестре и на 2 курсе в третьем и четвертом семестрах.

Дисциплина базируется на дисциплинах программы магистратуры. Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Надежность и техническая диагностика роботов и РТС» являются: «Проектирование автоматизированного сборочного оборудования», «Сквозные технологии CAD/CAM/CAE», «Проектирование автоматизированного нестандартного оборудования», «Технологические процессы в производстве» и «Хранение и защита компьютерной информации».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин: «Проектирование единого информационного пространства виртуальных предприятий», «Микропроцессорные устройства управления технологическим оборудованием, РТС и их программное обеспечение» и «Нейронные сети в управлении автоматизированными системами». Результаты обучения, необходимы и при выполнении выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины «Надежность и техническая диагностика роботов и РТС» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

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

Таблица 1- Формирование компетенций дисциплинам

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки магистра»			
	1	2	3	4
Проектирование автоматизированного сборочного оборудования ПК-3, ПК-6	✓			
Проектирование автоматизированного нестандартного оборудования ПК-6	✓	✓		
Технологические процессы в производстве ПК-3	✓	✓		
Сквозные технологии CAD/CAM/CAE ПК-3, ПК-6		✓		
Хранение и защита компьютерной информации ПК-3, ПК-6		✓		
Научно-исследовательская работа ПК-2	✓	✓	✓	✓
Научно-исследовательская работа ПК-3, ПК-6		✓		
Компьютерные интегрированные производственные технологии ПК-2			✓	
Надежность и техническая диагностика роботов и РТС ПК-2, ПК-3, ПК-6				✓
Проектирование единого информационного пространства виртуальных предприятий ПК-2				✓
Микропроцессорные устройства управления технологическим оборудованием, РТС и их программное обеспечение ПК-2, ПК-3				✓
Нейронные сети в управлении автоматизированными системами ПК-2, ПК-3				✓
Преддипломная практика ПК-6				✓
Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы ПК-2, ПК-4, ПК-6				✓

## 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	Код ПС* и ТФ*	Квалификационные требования к выбранной ТФ*	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства	
					Текуще-го контроля	Промежуточ-ной аттестации
ПК-2. Способен выполнять различные виды моделирования мехатронных и робототехнических систем (статистическое, статическое, динамическое и пр.) с целью выбора методов оптимального проектирования	ИПК-2.1. Разрабатывает математические модели проектируемых мехатронных и робототехнических систем и происходящих процессов	ПС. 40.011 ТФ. В/02.6	<b>Трудовые действия:</b> - Проведение анализа научных данных, результатов экспериментов и наблюдений; - Осуществление теоретического обобщения научных данных, результатов экспериментов и наблюдений. <b>Трудовые знания:</b> - Методы анализа научных данных; - Методы и средства планирования и организации исследований и разработок.	<b>Знать:</b> - основные показатели надёжности и их взаимосвязи; - методы построения математических моделей, их упрощения; технические и программные средства моделирования; технологию планирования эксперимента; <b>Уметь:</b> - рассчитать основные показатели надёжности технических систем; - использовать объектно-ориентированное моделирование обработки, анализа и обобщения научно-технической информации в области автоматизации технологических процессов и производств. <b>Владеть:</b> - навыками расчёта основных показателей надёжности; - построения математических моделей, их упрощения; - техническими и программными средствами моделирования.	Вопросы для Письменного опроса.	Вопросы для устного собеседования
	ИПК-2.2. Проводит математическое моделирование процессов, оборудования, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления с использованием современных технологий научных исследований.  ИПК-2.3. Анализирует результаты моделирования и принимает конкретные проектные решения по результатам моделирования с целью повышения качества проектирования.		<b>Трудовые действия:</b> - Проведение анализа результатов экспериментов и наблюдений; <b>Трудовые умения:</b> - Применять методы анализа результатов исследований и разработок.			
ПК-3. Способен проектировать и разрабатывать макетные решения для мехатронных и робототехнических систем с использованием современных САПР-	ИПК-3.1. Осуществляет процедуры проектного синтеза компонентов и макетов мехатронных и робототехнических систем, модулей и комплексов.  ИПК-3.2. Проводит эскизное проектирование мехатронных и	ПС. 40.011 ТФ. С/02.6	<b>Трудовые действия:</b> - Проведение анализа результатов экспериментов и наблюдений; <b>Трудовые умения:</b> - Применять методы внедрения и контроля результатов исследований и разработок; <b>Трудовые знания:</b>	<b>Знать:</b> - основные методы повышения надёжности робототехнических систем на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации; - подход к формированию множества решений проектной задачи на структурном и конструкторском уровнях; <b>Уметь:</b>	Вопросы для Письменного опроса.	Вопросы для устного собеседования

систем и вычислительной техники, а также подбирать компоненты для проектируемых макетов и систем	робототехнических систем с использованием средств САПР и вычислительной техники  ИПК-3.3. Подбирает компонентный состав проектируемых мехатронных и робототехнических систем в соответствии с расчетными данными и требованиями технического задания		- Методы внедрения и контроля результатов исследований и разработок	- разработать алгоритм и структуру системы технического диагностирования (СТД) механических узлов оборудования и системы управления; - использовать основные технологии передачи информации в среде локальных сетей, сети Internet; выбирать средства при проектировании систем автоматизации управления, программировать и отлаживать системы на базе микроконтроллеров. <b>Владеть:</b> - способностью применения электронных элементов автоматики для наладки технических устройств и систем; - навыками работы на компьютерной технике с графическими пакетами для получения конструкторских, технологических и других документов.		
<b>ПК-6</b> Способен участвовать в разработке конструкторской и проектной документации в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями, готовность к руководству и участию в подготовке технико-экономического обоснования проектов мехатронных и робототехнических систем	ИПК-6.3. Проводит технические расчеты по проектам, технико-экономический и функционально-стоимостной анализ эффективности проектов, оценивает их инновационный потенциал.	<b>ПС. 29.003</b> <b>ТФ. D /01.7</b>	<b>Трудовые действия:</b> - Организация и проведение исследовательских работ в соответствии с функциональными и эксплуатационными требованиями заказчиков изделий детской и образовательной робототехники; <b>Трудовые умения:</b> - Производить анализ проектных решений при разработке аналогичных российских и зарубежных проектов; - Внедрять в практику работы проектной команды результаты исследований и инновационных разработок в сфере индустрии детских товаров и детской и образовательной	<b>Знать:</b> - основные принципы и методы, используемые при разработке средств технического диагностирования робототехнических систем; - методы проектно-конструкторской работы; - технико-экономический и функционально-стоимостной анализ эффективности проектов <b>Уметь:</b> - выбирать технические средства для реализации СТД; - определять технологические режимы и показатели качества функционирования оборудования, рассчитывать основные характеристики и оптимальные режимы работы. <b>Владеть:</b> - навыками различного подхода к анализу технологического процесса для предложения различных вариантов	Вопросы для Письменного опроса.	Вопросы для устного собеседования

			<p>робототехники;</p> <p><b>Трудовые знания:</b></p> <p>- Современные требования рынка потребителей детской и образовательной робототехники.</p>	<p>решения проблем эффективности и надежности мехатронных и робототехнических систем.</p>		
		<p><b>ПС. 29.003</b></p> <p><b>ТФ. D/02.7</b></p>	<p><b>Трудовые умения:</b></p> <p>- Оценивать готовность специалистов проектной команды (проектно-конструкторского подразделения) по разработке детской и образовательной робототехники к внедрению изменений и поддержке инициативы коллег по улучшению качества и повышению эффективности работы.</p> <p><b>Трудовые знания:</b></p> <p>Основные принципы современной системы управления качеством.</p>			



#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины «Надежность и техническая диагностика роботов и РТС» составляет 8 зач. ед. 288 часов, распределение часов по видам работ 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		
		№ 2	№ 3	№ 4
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения			
<b>Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>288</b>	<b>72</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>111</b>	<b>35</b>	<b>53</b>	<b>23</b>
<b>1.1.Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>107</b>	<b>34</b>	<b>51</b>	<b>22</b>
занятия лекционного типа (Л)	17	-	17	-
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. Занятия и др)	45	17	17	11
лабораторные работы (ЛР)	45	17	17	11
<b>1.2.Внеаудиторная, в том числе</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)				
текущий контроль, консультации по дисциплине				
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	4	1	2	1
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>177</b>	<b>37</b>	<b>55</b>	<b>85</b>
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.)	177	37	55	85
Подготовка к зачету (контроль)	<b>Зачет</b>	<b>Зачет</b>	<b>Зачет</b>	<b>Зачет</b>

## 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

### 4.2 Содержание дисциплины

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 (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
2 семестр									
ИПК-2.1 – 2.3 ИПК-3.1 – 3.3 ИПК-6.3	Раздел 1 Основные понятия и определения надёжности и технической диагностики								Конспект лекций
	Практическая работа. Понятие надёжности согласно ГОСТу. Виды отказов. Точная и приближённая формулы надёжности.			9		Подготовка к практическим занятиям	Индивидуальные задания		
	Самостоятельная работа по освоению 1 раздела:				15				
	Итого по 1 разделу	-	-	9	15				
ИПК-2.1 – 2.3 ИПК-3.1 – 3.3 ИПК-6.3	Раздел 2 Надёжность, как комплексный показатель. Четыре параметра надёжности								
	Лабораторная работа № 1. Комплексный характер понятия надёжности. Расчётные формулы параметров надёжности.		17			Подготовка к лабораторным работам	Индивидуальные задания		
	Практическая работа. Понятие надёжности согласно ГОСТу. Виды отказов. Точная и приближённая формулы надёжности.			8		Подготовка к практическим занятиям	Индивидуальные задания		
	Самостоятельная работа по освоению 2 раздела:				22				
	Итого по 2 разделу	-	17	8	22				
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	-	17	17	37				

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 (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
3 семестр									
ИПК-2.1 – 2.3 ИПК-3.1 – 3.3 ИПК-6.3	Раздел 3 Первая задача надёжности. Формула и распределение Бернулли								Конспект лекций
	Тема 3.1 Первая задача надёжности.	3				Подготовка к лекциям	Контрольные вопросы		
	Тема 3.2. Распределение Бернулли.	4				Подготовка к лекциям	Контрольные вопросы		
	Практическая работа. Первая задача надёжности. Формула Бернулли и производящая функция.			8		Подготовка к практическим занятиям	Индивидуальные задания		
	Лабораторная работа № 2. Расчёт вероятности числа отказов при испытаниях системы. Построение кривой распределения Бернулли.		5			Подготовка к лабораторным работам	Индивидуальные задания		
	Лабораторная работа № 3. Производящая функция для системы с разными вероятностями элементов. Расчётная формула.		6			Подготовка к лабораторным работам	Индивидуальные задания		
	Самостоятельная работа по освоению 3 раздела:				25				
	Итого по 3 разделу	7	11	8	25				
ИПК-2.1 – 2.3 ИПК-3.1 – 3.3 ИПК-6.3	Раздел 4 Вторая задача надёжности. Формула Пуассона и функция надёжности								
	Тема 4.1. Вторая задача надёжности.	3				Подготовка к лекциям	Контрольные вопросы		
	Тема 4.2. Формула Пуассона.	3				Подготовка к лекциям	Контрольные вопросы		
	Тема 4.3. Функция надёжности.	4				Подготовка к лекциям	Контрольные вопросы		
	Практическая работа. Вторая задача надёжности. Формула Пуассона и Функция надёжности.			9		Подготовка к практическим занятиям	Индивидуальные задания		
	Лабораторная работа № 4.		6			Подготовка к	Индивидуальные		

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 (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Расчёт вероятности числа отказов на заданном интервале времени. Построение кривой экспоненциального распределения времени между отказами.					лабораторным работам	задания		
	Самостоятельная работа по освоению 4 раздела:				30				
	Итого по 4 разделу	10	6	9	30				
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	17	17	17	55				
4 семестр									
ИПК-2.1 – 2.3 ИПК-3.1 – 3.3 ИПК-6.3	Раздел 5 Пути повышения надёжности. Принцип резервирования элементов и узлов системы								
	Практическая работа. Моделирование сложных технических систем по параметрам надёжности.			11		Подготовка к практическим занятиям	Индивидуальные задания		
	Лабораторная работа № 5. Принцип резервирования. Параллельное соединение при дублировании потенциально ненадёжных элементов и узлов системы.		11			Подготовка к лабораторным работам	Индивидуальные задания		
	Лабораторная работа № 6. Моделирование системы с резервированием. Построение орграфа системы с возможными переходами и расчёт вероятностей переходов.					Подготовка к лабораторным работам	Индивидуальные задания		
	Самостоятельная работа по освоению 5 раздела:				40				

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 (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Итого по 5 разделу	-	11	11	40				
ИПК-2.1 – 2.3 ИПК-3.1 – 3.3 ИПК-6.3	Раздел 6 Виды и принципы технической диагностики устройств								
	Самостоятельная работа по освоению 6 раздела:				45				
	Итого по 6 разделу				45				
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	-	11	11	85				
	ИТОГО по дисциплине	17	45	45	177				

Таблица 4 - Содержание дисциплины, структурированное по темам

## **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**

- 1) Тесты для текущего и промежуточного контроля знаний, обучающихся сформированы в системе eLearning и находятся в свободном доступе.
- 2) Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (зачет):
  - Основные понятия надёжности.
  - Понятие надёжности согласно ГОСТу. Определение и виды отказов.
  - Определение технической диагностики.
  - Понятие и виды технической диагностики.
  - Алгоритмы контроля и диагностирования.
  - Диаграмма зон работоспособности объекта.
  - Надёжность, как комплексный показатель
  - Точная и приближённая формулы надёжности
  - Статистический характер надёжности
  - Параметры надёжности
  - Интенсивность потока отказов
  - Среднее время наработки на отказ
  - Коэффициенты готовности и долговечности технической системы
  - Первая задача надёжности
  - Расчёт вероятности числа отказов при испытаниях системы
  - Распределение Бернулли
  - Формула и распределение Бернулли. Производящая функция для системы с разными вероятностями элементов
  - Вторая задача надёжности
  - Расчёт вероятности числа отказов на заданном интервале времени
  - Формула Пуассона
  - Формула Пуассона для расчёта предельного значения вероятности в распределении Бернулли
  - Функция надёжности
  - Экспоненциальный характер распределения времени между отказами
  - Закон изменения интенсивности потока отказов в рамках жизненного цикла технической системы
  - Пути повышения надёжности
  - Применение износостойких материалов и высоких технологий
  - Проектирование на основе компьютерного моделирования
  - Система без резервирования
  - Последовательное соединение элементов и узлов технической системы в расчётной формуле вероятности безотказной работы
  - Система с резервированием
  - Принцип резервирования
  - Параллельное соединение при дублировании потенциально ненадёжных элементов и узлов системы
  - Моделирование системы с резервированием
  - Разработка оргграфа системы с возможными переходами и расчёт вероятностей переходов и интенсивностей потока отказов
  - Принципы технической диагностики

- Диагностика станочных модулей, систем и приводов различных типов
- Виды диагностирования
- Функциональный и тестовый. Примеры и сравнительная характеристика

## 5.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

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

Шкала оценивания	Экзамен/ Зачет с оценкой	Зачет
$40 < R \leq 50$	Отлично	зачет
$30 < R \leq 40$	Хорошо	
$20 < R \leq 30$	Удовлетворительно	
$0 < R \leq 20$	Неудовлетворительно	незачет

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

**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» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПК-2. Способен выполнять различные виды моделирования мехатронных и робототехнических систем (статистическое, статическое, динамическое и пр.) с целью выбора методов оптимального проектирования	ИПК-2.1. Разрабатывает математические модели проектируемых мехатронных и робототехнических систем и происходящих процессов  ИПК-2.2. Проводит математическое моделирование процессов, оборудования, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления с использованием современных технологий научных исследований.  ИПК-2.3. Анализирует результаты моделирования и принимает конкретные проектные решения по результатам моделирования с целью повышения качества проектирования.	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не умеет разрабатывать математические модели проектируемых мехатронных и робототехнических систем и происходящих процессов	Фрагментарные, поверхностные знания лекционного курса; изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала; допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя.	Знает материал на достаточно хорошем уровне. Разрабатывает математические модели проектируемых мехатронных и робототехнических систем и происходящих процессов. Допускает незначительные неточности при анализе результатов моделирования .	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил математическое моделирование процессов, оборудования, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления с использованием современных технологий научных исследований. Грамотно анализирует результаты моделирования и принимает конкретные проектные решения по результатам моделирования с целью повышения качества проектирования.
ПК-3. Способен проектировать и разрабатывать макетные решения для мехатронных и робототехнических систем с использованием современных САПР-систем и	ИПК-3.1. Осуществляет процедуры проектного синтеза компонентов и макетов мехатронных и робототехнических систем, модулей и комплексов.  ИПК-3.2. Проводит эскизное проектирование мехатронных и робототехнических систем с использованием средств САПР и	Изложение учебного материала бессистемное, неумение проводить эскизное проектирование мехатронных и робототехнических систем, подбирать компонентный состав проектируемых мехатронных и робототехнических систем	Фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов. Посредственно осуществляет процедуры проектного синтеза компонентов и макетов мехатронных и робототехнических систем, модулей и комплексов	Владеет навыками эскизного проектирования мехатронных и робототехнических систем с использованием средств САПР и вычислительной техники. Допускает неточности при подборе	Имеет глубокие знания всего материала; в полной мере владеет навыками эскизного проектирования мехатронных и робототехнических систем с использованием средств САПР и вычислительной техники. Грамотно подбирает компонентный



вычислительной техники, а также подбирать компоненты для проектируемых макетов и систем	вычислительной техники  ИПК-3.3. Подбирает компонентный состав проектируемых мехатронных и робототехнических систем в соответствии с расчетными данными и требованиями технического задания			компонентного состава проектируемых мехатронных и робототехнических систем в соответствии с расчетными данными и требованиями технического задания	состав проектируемых мехатронных и робототехнических систем в соответствии с расчетными данными и требованиями технического задания
ПК-6. Способен участвовать в разработке конструкторской и проектной документации в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями, готовность к руководству и участию в подготовке технико-экономического обоснования проектов мехатронных и робототехнических систем	ИПК-6.3. Проводит технические расчеты по проектам, технико-экономический и функционально-стоимостной анализ эффективности проектов, оценивает их инновационный потенциал.	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не освоены требования к формулировке технического задания на мехатронные и робототехнические систем в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями. Полное непонимание технических расчетов по проектам, неумение описания принципов действия и конструкций проектируемых технических средств	Фрагментарные, поверхностные знания лекционного курса; изложение полученных знаний неполное, затруднения при формулировании технического задания на мехатронные и робототехнические систем в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями. Слабые знания технических расчетов по проектам, неумение описания принципов действия и конструкций проектируемых технических средств	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи для разработки требований и формулировки технического задания на мехатронные и робототехнические систем в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями. Проводит технические расчеты по проектам, технико-экономический и функционально-стоимостной анализ эффективности проектов, допускает незначительные недочеты оценивая их инновационный потенциал.	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; разрабатывает требования и формулирует техническое задание на мехатронные и робототехнические систем в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями. Грамотно проводит технические расчеты по проектам, технико-экономический и функционально-стоимостной анализ эффективности проектов.

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « <b>отлично</b> » 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 « <b>хорошо</b> » 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 « <b>удовлетворительно</b> » 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 « <b>неудовлетворительно</b> » 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, печатные издания библиотечного фонда

6.1.1 Бржозовский Б.М. и др., Диагностика и надёжность автоматизированных систем: Учебник – Старый Оскол: ООО «ТНТ», 2011, – 314 с.

6.1.2 А.Г. Схиртладзе, М.С. Уколов, А.В. Скворцов, Надёжность и диагностика технологических систем: Учебник – М.: «Новое знание», 2008, – 340 с.

6.1.3 Острейковский В.А., Теория надёжности: Учебник – М.: Высшая школа, 2008, - 356 с.

### 6.2. Справочно-библиографическая литература.

6.2.1 Байков А.И., Бычков Е.В., Надёжность электромеханических систем: Учеб. пособие - Н. Новгород, НГТУ, 2010, - 273 с.

6.2.2 Шишмарев В.Ю. Надёжность технических систем: Учебник – М.: Академия, 2010, - 321с

6.1.3 Иванов. А.А., Модернизация промышленных предприятий на базе современных систем автоматизации и управления: учеб. пособие – М.: ФОРУМ, 2015, – 284 с.

6.2.4 Гости Нормы, правила, стандарты и законодательство России  
<http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/resys/norma.htm>

### 6.3 Перечень журналов по профилю дисциплины:

1. Теоретический и прикладной научно-технический журнал «Мехатроника, автоматизация, управление» (<https://mech.novtex.ru/jour>).
2. Журнал «Мир компьютерной автоматизации» (<http://www.mka.ru/>).
3. Журнал «Приборостроение и средства автоматизации», информационно-справочное пособие (<http://psa.tgizd.ru/>)
4. Журнал «Информатизация и системы управления в промышленности» (<https://isup.ru/>)
5. Журнал «Современные технологии автоматизации» (<http://www.cta.ru>)

### 6.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

6.4.1 Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г.

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

1. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа:

<http://elibrary.ru/defaultx.asp>

1. Научно-техническая библиотека НГТУ: <http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/bibl.html>.
2. Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.tolgas.ru/> - Загл. с экрана.
3. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.
4. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.
5. Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.viniti.ru>. – Загл. с экрана.
6. Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru/>. – Загл. с экрана.
7. Российский образовательный портал. <http://www.school.edu.ru/default.asp>

### 7.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 7 - Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС
1	2	3
1	Консультант студента. Электронная библиотека технического вуза	<a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>
2	Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
3	Образовательная платформа Юрайт	<a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>

В таблице 8 указан перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

Таблица 8 - Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
1	2
Microsoft Windows 7 (подписка MSDN 4689, подписка DreamSparkPremium, договор № Tr113003 от 25.09.14)	Open Office 4.1.1 (лицензия Apache License 2.0)
Visual Studio 2008 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14)	Adobe Acrobat Reader (FreeWare)
Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655)	
Microsoft Office (лицензия № 43178972)	

В таблице 9 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 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 9 - 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	<a href="https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts">https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts</a>
2	Электронная база избранных статей по философии	<a href="http://www.philosophy.ru/">http://www.philosophy.ru/</a>
3	Единый архив экономических и социологических данных	<a href="http://sophist.hse.ru/data_access.shtml">http://sophist.hse.ru/data_access.shtml</a>
4	Базы данных Национального совета по оценочной деятельности	<a href="http://www.ncva.ru">http://www.ncva.ru</a>
5	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети
6	Информационно-справочная система «Техксперт»	доступ из локальной сети

## **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	2	3
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, состав которых определен в данном разделе.

*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

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	1	2	3
1	<b>4115</b> учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации; г. Нижний Новгород, ул. Минина 28В	"1. Доска меловая; 2. Мультимедийный проектор Benq MX 505; 3. Компьютер PC (Intel Core CPU 6600, Radeon X300, ОЗУ 2 Gb, HDD 80 Gb) без подключения к интернету; 4. Стенд учебный пневматический ""Самоззи""; 5. Комплект учебно-лабораторного оборудования ""ПДМВ""; 6. Промышленный робот РМ-01; 7. Промышленный робот ""Электроника НЦТМ-01; 8. Промышленный робот МП-9С; 9. Вибробункер ""	1. Операционная система Windows XP(x32), лицензия по подписке MSDN (договор DreamSpark №Tr113003 от 25.09.14). 2. Open Office 4.1.1 (лицензия Apache License 2.0) 3. Dr.Web (с/н S684-LRQ5-U7NH-BE97 от 11.05.22).
	<b>4116</b> компьютерный класс - помещение для СРС, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), г. Нижний Новгород, ул. Минина 28В	1. Доска маркерная; 2. Шесть персональных компьютеров (AMD Ryzen 3700, NVIDIA 1050Ti 4Gb, HDD 1 Tb, SSD 128 Gb) в составе локальной вычислительной сети с подключением к интернету	1. Операционная система Windows XP(x32), лицензия по подписке MSDN (договор DreamSpark№Tr113003 от 25.09.14). 2. Open Office 4.1.1 (лицензия Apache License 2.0) 3. GPSS World Student Version 4.3.5; 4. Python Version 3.8; 5. Matlab

## 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 может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС).

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий (выбирается из приложения к РПД):

-балльно-рейтинговая технология оценивания

При преподавании дисциплины «Надежность и техническая диагностика роботов и РТС», 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. Материалы лекций, в виде слайдов находятся в свободном доступе и могут быть получены до чтения лекций и проработаны студентами в ходе самостоятельной работы.

На лекциях, 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 и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч студентами, так и современных информационных технологий: чат, электронная почта, Skype.

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.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена с учетом текущей успеваемости.

**Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

**Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

**Результат обучения считается несформированным**, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

## **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 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 и 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 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 11). 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*

- отчет по лабораторным работам;
- зачет.

#### **Контрольные вопросы**

1. Что такое предельное состояние объекта?
2. Назовите базовые понятия в теории надежности.
3. Какие типы отказов существуют?
4. Как называется свойство объекта сохранять свои характеристики?
5. Что такое техническое состояние объекта?
6. Что является основными объектами теории надежности?
7. Что называется свойством объекта сохранять свои характеристики при данных условиях эксплуатации?
8. Что такое средства технического диагностирования? Назовите их.
9. Главные способы включения резервных устройств при отказах основных?
10. Назовите основные показатели ремонтпригодности.
11. Какие параметры обработанной детали влияют на работоспособность?

12. Что определяет математическое ожидание срока службы?
13. Как называется суммарная наработка объекта, при достижении которой эксплуатация должна быть прекращена?
14. Работоспособность каких объектов может быть восстановлены ?
15. Как называется соотношение, устанавливающее связь между возможными значениями  $T$  и соответствующими вероятностями?
16. На сколько видов делится техническое диагностирование? Назовите их.
17. При каком условии надежность системы является оптимальной?
18. Как определяется функциональное диагностирование?
19. Вероятность безотказной работы двух трансформаторов под нагрузкой  $P=0,9$ . Какова вероятность того, что не произойдет одновременный отказ обоих трансформаторов?

## **11.2. Типовые задания для лабораторных работ**

### **Лабораторная работа № 1.**

Комплексный характер понятия надёжности. Расчётные формулы параметров надёжности.

### **Лабораторная работа № 2.**

Расчёт вероятности числа отказов при испытаниях системы. Построение кривой распределения Бернулли.

### **Лабораторная работа № 3.**

Производящая функция для системы с разными вероятностями элементов. Расчётная формула.

### **Лабораторная работа № 4.**

Расчёт вероятности числа отказов на заданном интервале времени. Построение кривой экспоненциального распределения времени между отказами.

### **Лабораторная работа № 5.**

Принцип резервирования. Параллельное соединение при дублировании потенциально ненадёжных элементов и узлов системы.

### **Лабораторная работа № 6.**

Моделирование системы с резервированием.

Построение орграфа системы с возможными переходами и расчёт вероятностей переходов.

### **Лабораторная работа № 7.**

Диагностика станочных модулей, систем и приводов различных типов.



## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины «Надежность и техническая диагностика роботов и РТС» ОП ВО по направлению 15.04.06 Мехатроника и робототехника, направленность Роботы и робототехнические системы (квалификация выпускника – магистр)

Рецензент: Агапов М.М., начальник отдела программно-технического и информационного обеспечения, ГКУ НО «ГУАД», к.т.н. (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Надежность и техническая диагностика роботов и РТС» ОП ВО по направлению 15.04.06 – «Мехатроника и робототехника», направленность «Роботы и робототехнические системы» (магистр) разработанной в ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева», на кафедре «Автоматизация машиностроения» (разработчик – Сизов А.Ю., ассистент кафедры).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

Программа *соответствует* требованиям ФГОС ВО по направлению 15.04.06 – «Мехатроника и робототехника». Программа *содержит* все основные разделы, *соответствует* требованиям к нормативно-методическим документам. Представленная в Программе *актуальность* учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО *не подлежит сомнению* – дисциплина относится к вариативной части учебного цикла – Б1.

Представленные в Программе *цели* дисциплины *соответствуют* требованиям ФГОС ВО направления 15.04.06 «Мехатроника и робототехника».

В соответствии с Программой за дисциплиной «Надежность и техническая диагностика роботов и РТС» закреплено три *компетенции*. Дисциплина и представленная Программа *способны реализовать* их в объявленных требованиях. *Результаты обучения*, представленные в Программе в категориях *знать, уметь, владеть* *соответствуют* специфике и содержанию дисциплины и *демонстрируют* возможность получения заявленных результатов.

Общая трудоёмкость дисциплины «Надежность и техническая диагностика роботов и РТС» составляет 8 зачётных единицы (288 часов). Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин *соответствует* действительности. Дисциплина «Надежность и техническая диагностика роботов и РТС» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 15.04.06 – «Мехатроника и робототехника» и возможность дублирования в содержании отсутствует.

Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий *соответствуют* специфике дисциплины.

Программа дисциплины «Надежность и техническая диагностика роботов и РТС» предполагает занятия в интерактивной форме.

Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, *соответствуют* требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 15.04.06 «Мехатроника и робототехника».

Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, так и выступления, и участие в дискуссиях, участие в тестировании, работа над домашним заданием в форме игрового проектирования (в профессиональной области) и аудиторных заданиях), *соответствуют* специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета, что *соответствует* статусу дисциплины, как дисциплины

вариативной части учебного цикла – Б1 ФГОС ВО направления *15.04.06 «Мехатроника и робототехника»*.

Нормы оценки знаний, представленные в Программе, *соответствуют* специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 3 источника (базовый учебник), дополнительной литературой – 4 наименования, периодическими изданиями – 5 источников со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы – 7 источников и *соответствует* требованиям ФГОС ВО направления *15.04.06 «Мехатроника и робототехника»*.

Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Надежность и техническая диагностика роботов и РТС» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Проектирование систем автоматизации и управления».

### **ОБЩИЕ ВЫВОДЫ**

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Надежность и техническая диагностика роботов и РТС» ОПОП ВО по направлению *15.04.06 «Мехатроника и робототехника»*, направленность *«Роботы и робототехнические системы»* (квалификация выпускника – магистр), разработанная Сизовым А.Ю., ассистентом кафедры соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Агапов М.М., начальник отдела программно-технического и информационного обеспечения, ГКУ НО «ГУАД», к.т.н.

«07» 06 2022 г.

\_\_\_\_\_  
(подпись)