



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ

Директор ИММиМ

А.С. Савинов

20.02.2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***НАДЕЖНОСТЬ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ МАШИН***

Направление подготовки (специальность)

15.04.02 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

Направленность (профиль/специализация) программы

Инжиниринг в металлургическом машиностроении

Уровень высшего образования - магистратура

Программа подготовки - академический магистратура

Форма обучения

очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материаловедения
Кафедра	Проектирования и эксплуатации металлургических машин и оборудования
Курс	1
Семестр	1

Магнитогорск  
2019 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 15.04.02 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ (уровень магистратуры) (приказ Минобрнауки России от 21.11.2014 г. № 1489)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Проектирования и эксплуатации металлургических машин и оборудования

20.02.2020, протокол № 7

Зав. кафедрой  А.Г. Корчунов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ

20.02.2020 г. протокол № 5

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры ПиЭММиО, канд. техн. наук  А.В. Ангулов

Рецензент:

гл. механик ООО НПЦ "Тальва", канд. техн. н.

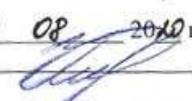


В.А. Русанов

**Лист актуализации рабочей программы**

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2020 - 2021 учебном году на заседании кафедры Проектирования и эксплуатации металлургических

Протокол от 31 08 ~~2020~~ г. № 1  
Зав. кафедрой  А.Г. Корчунов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Проектирования и эксплуатации металлургических

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.Г. Корчунов

## **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целью освоения дисциплины «Надёжность металлургических машин» является овладение студентами необходимым и достаточным уровнем общекультурных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 15.04.02. «Технологические машины и оборудование»

## **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Надежность металлургических машин входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Для усвоения данной дисциплины студенту необходимы знания по дисциплинам:

- Теория вероятностей (Основные понятия. Схема испытаний Бернулли. Математическое ожидание и его свойства). Дисперсия. Распределения: нормальное, экспоненциальное, Вейбулла, Пуассона).

- Математическая статистика (Статистическая оценка параметров распределений; Проверка статистических гипотез. Критерии: Фишера, Бартлетта, S-статистика).

- Физика (Жидкости. Кристаллические твердые тела. Внешнее трение. Молекулярная физика граничного трения).

- Материаловедение (Технология термической обработки стали. Химико-термическая обработка стали. Конструкционные стали. Медь и сплавы на ее основе. Баббиты).

- Детали машин. (Соединения с натягом. Шпоночные, зубчатые и профильные соединения. Зубчатые передачи. Передача винт-гайка. Валы и оси. Подшипники скольжения. Подшипники качения. Муфты).

- Основы теории трения и изнашивания. (Изнашивание твердых тел. Узлы трения; Определение допустимых величин зазоров и натягов).

- Механическое оборудование металлургических заводов. (Конструкции машин и механизмов металлургических машин; Расчет нагрузок в линии привода машин и механизмов оборудования металлургических заводов).

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/ практик:

Моделирование процесса изнашивания деталей узлов трения

Научно-исследовательская работа

Основы прогнозирования надежности элементов механических систем

Основы физической теории надежности технических объектов

Прогнозирование долговечности деталей машин

Проектные расчеты показателей надежности деталей машин

Структурно-энергетическая концепция изнашивания трибосопряжений

## **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Надежность металлургических машин» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ОК-2 способностью к обобщению, анализу, критическому осмыслению, систематизации, прогнозированию при постановке целей в сфере профессиональной деятельности с выбором путей их достижения	
Знать	Основные понятия и определения теории надежности
Уметь	Применять знания теории надежности в профессиональной деятельности
Владеть	основными методами решения задач в области надёжности
ОК-3 способностью критически оценивать освоенные теории и концепции, переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости профиль своей профессиональной деятельности	
Знать	Основные методы исследования надёжности машин
Уметь	Выполнять статистические расчёты
Владеть	профессиональным языком теории надёжности, навыками обработки экспериментальных данных
ОК-5 способностью самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля для приобретения новых знаний и умений, в том числе в новых областях, непосредственно не связанных со сферой деятельности	
Знать	Вероятностные законы отказов оборудования
Уметь	Определять основные параметры вероятностных законов на основе статистической обработки данных
Владеть	Навыками обработки статистической информации о наработках до отказа с помощью персонального компьютера
ПК-19 способностью организовать и проводить научные исследования, связанные с разработкой проектов и программ, проводить работы по стандартизации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов	

Знать	Методы анализа надёжности машин
Уметь	Корректно выражать и аргументированно обосновывать принимаемые решения по результатам анализа надёжности
Владеть	Методами анализа надёжности металлургического оборудования Методами исследования эксплуатационной надёжности машин
ПК-21 способностью подготавливать научно-технические отчеты, обзоры, публикации по результатам выполненных исследований	
Знать	Сбор и обработка информации о техническом состоянии машин Установление закономерностей отказов оборудования
Уметь	Оценивать параметры распределений отказов машин Определять показатели надёжности
Владеть	способами совершенствования профессиональных знаний и умений путем использования возможностей информационной среды.
ПК-25 способностью разрабатывать методические и нормативные документы, предложения и проводить мероприятия по реализации разработанных проектов и программ	
Знать	Основные пути повышения надёжности оборудования
Уметь	Проводить обоснования технических решений, направленных на повышение надёжности оборудования
Владеть	Навыками расчета технической эффективности предлагаемых решений
ПК-26 готовностью применять новые современные методы разработки технологических процессов изготовления изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности с определением рациональных технологических режимов работы специального оборудования	
Знать	Параметры закона Вейбула Параметры нормального закона распределения отказов Параметры экспоненциального закона распределения отказов

	Параметры логарифмически нормального закона распределения отказов Параметры экспоненциального закона распределения отказов
Уметь	Проводить статистическую обработку с целью определения законов надежности
Владеть	Навыками оценки вероятности отказов и вероятности безотказной работы

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 36,1 акад. часов:
- аудиторная – 32 акад. часов;
- внеаудиторная – 4,1 акад. часов
- самостоятельная работа – 72,2 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. часа

Форма аттестации - курсовая работа, экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Работоспособность машин								
1.1 Терминология. Состояние систем с точки зрения их функционирования. Критерии перехода из одного состояния в другое. Свойства состояний	1	2			2	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы Подготовка к практическим занятиям	тестирование экзамен	ОК-2, ОК-3, ОК-5, ПК-19, ПК-21, ПК-25, ПК-26
1.2 Надёжность, как свойство объекта. Свойства надёжности: безотказность, долговечность, ремонтопригодность, сохраняемость.		2			2	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	тестирование экзамен	ОК-3, ОК-5, ПК-19, ПК-21, ПК-25, ПК-26
Итого по разделу		4			4			
2. Основы теории надежности								
2.1 Понятия и определения. Законы распределения времени до отказа. Показатели надежности и их сущность. Понятия система и элемент	1	2		2/2И	6	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы Подготовка к практическим занятиям	тестирование экзамен	ОК-3, ОК-5, ПК-19, ПК-21, ПК-25, ПК-26

2.2 Виды и причины возникновения отказов и неисправностей металлургических машин и агрегатов. Типы распределений и области их применения. Надёжность невосстанавливаемого элемента		2			4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы Подготовка к практическим занятиям	тестирование экзамен	ОК-3, ОК-5, ПК-19, ПК-21, ПК-25, ПК-26
2.3 Надёжность восстанавливаемого элемента. Процесс восстановления. Показатели надёжности. Распределение Пуассона и возможности его применения. Ремонтпригодность машин. Показатели ремонтпригодности и их сущность		2		2/2И	6	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы Подготовка к практическим занятиям	тестирование экзамен	ОК-3, ОК-5, ПК-19, ПК-21, ПК-25, ПК-26
2.4 Виды соединения элементов в системе при анализе надёжности объекта. Анализ надёжности систем. Показатели надёжности система с последовательным соединением элементов. Показатели надёжности система с параллельным соединением элементов.		2		4/2И	4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы Подготовка к практическим занятиям	тестирование экзамен	ОК-3, ОК-5, ПК-19, ПК-21, ПК-25, ПК-26
Итого по разделу		8		8/6И	20			
3. Оценивание показателей надёжности								
3.1 Модели оценивания показателей безотказности: статические (допусковые) модели, статические модели непревышений, динамические модели отказов		2		4	4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы Подготовка к практическим занятиям	тестирование экзамен	ОК-3, ОК-5, ПК-19, ПК-21, ПК-25, ПК-26
3.2 Модели оценивания показателей долговечности: непараметрические модели оценивания, параметрические модели, основанные на информации о ресурсе изделия	1	1		2/2И	4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы Подготовка к практическим занятиям	тестирование экзамен	ОК-3, ОК-5, ПК-19, ПК-21, ПК-25, ПК-26
3.3 параметрические модели, основанные на информации об определяющем параметре		1		2/2И	3	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы Подготовка к практическим занятиям	тестирование экзамен	ОК-3, ОК-5, ПК-19, ПК-21, ПК-25, ПК-26

Итого по разделу	4		8/4И	11			
4. Курсовой проект							
4.1 Курсовой проект	1			37,2			ОК-3, ОК-5, ПК-19, ПК-21, ПК-25, ПК-26
Итого по разделу				37,2			
5. Экзамен							
5.1 Экзамен	1						ОК-3, ОК-5, ПК-19, ПК-21, ПК-25, ПК-26
Итого по разделу							
Итого за семестр		16		16/10И	72,2		экзамен,кр
Итого по дисциплине		16		16/10И	72,2	курсовая работа, экзамен	ОК-2,ОК-3, ОК-5,ПК-19, ПК-21,ПК-25, ПК-26

## **5 Образовательные технологии**

Для достижения поставленных задач применяются методы аудиторной работы – лекционное изложение материала по назначению, особенностям использования. Для лучшего закрепления материала студенты получают задания, которые выполняются на практических занятиях. Такие задания сдаются студентами преподавателю в конце изучения данной дисциплины.

Способы, применяемые для достижения цели:

– однотипное структурирование лекционного материала, лабораторных работ и самостоятельных работ;

– последовательное выполнение заданий на практических занятиях вслед за лекциями.

Передовые технологии, применяемые для достижения цели:

– проектный подход (группа студентов разбивается на пары, которым выдается комплексное задание);

На семинарских занятиях используются интерактивные формы обучения по следующей тематике:

- Показатели безотказности и их возможности для анализа надёжности машин.
- Анализ технических решений, обеспечивающих повышение показателей надёжности
- В рамках учебных курсов предусмотрены встречи с представителями российских промышленных компаний.

На практических занятиях акцентируется внимание на вопросах:

1. Оценивание показателей безотказности
2. Анализ надёжности конкретных механизмов машин
3. Анализ эффективности повышения надёжности оборудования
4. Эффективность и возможности резервирования механических систем
5. Оценка показателей безотказности при испытаниях с измерением определяющих параметров
6. Параметрическая надёжность машин

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

**Основная литература:**

1. Основы диагностики и надёжности технических объектов : учебное пособие / В. П. Анцупов, А. Г. Корчунов, А. В. Анцупов (мл.), А. В. Анцупов ; МГТУ, [каф. МОМЗ]. - Магнитогорск, 2012. - 114 с. : ил., схемы, табл. - URL:

- <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=521.pdf&show=dcatalogues/1/1092485/521.pdf&view=true> (дата обращения: 23.10.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.
2. Конструкции и расчет надежности деталей и узлов прокатных станов : учебное пособие / В. П. Анцупов, А. В. Анцупов (мл.), А. В. Анцупов, В. А. Русанов ; МГТУ, [каф. общ. техн. дисц.]. - Магнитогорск, 2014. - 156 с. : ил., схемы, табл. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=802.pdf&show=dcatalogues/1/1116023/802.pdf&view=true> (дата обращения: 23.10.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9967-0534-4. - Имеется печатный аналог.

#### Дополнительная литература:

1. Горбатюк С.М., Каменев А.В., Глухов Л.М. Конструирование машин и оборудования металлургических производств. В 2 х томах [Электронный ресурс]: учебник. – Издательство «Лань» Электронно-библиотечная система, 2008. Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2077&login-failed=1](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2077&login-failed=1)  
Загл. с экрана.
2. Жиркин, Ю. В. Монтаж металлургических машин : практикум / Ю. В. Жиркин, А. В. Анцупов ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 59 с. : ил., табл., схемы, эскизы, фот. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3633.pdf&show=dcatalogues/1/1524754/3633.pdf&view=true> (дата обращения: 23.10.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог

#### Методические указания:

1. Жиркин, Ю. В. Монтаж металлургических машин : практикум / Ю. В. Жиркин, А. В. Анцупов; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 59 с. : ил., табл., схемы, эскизы, фот. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3633.pdf&show=dcatalogues/1/1524754/3633.pdf&view=true> (дата обращения: 3.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог

#### Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

#### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
----------------	--------

Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>

### **9 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Лекционная аудитория. Оснащение: Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Аудитория 043. Оснащение: Машина трения СМТ-1, лабораторный прокатный стан.

Аудитория 308. Оснащение: Лабораторные установки: доменной печи, МНЛЗ, конусной дробилки, литейного крана, прокатного стана, сверлильной машины

## Приложение 1. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельное изучение учебной и научной литературы по темам разделов читаемой дисциплины заключается в освоении соответствующих разделов основной литературы.

Подготовка к практическим занятиям заключается в изучении теоретических разделов источника 1 методических указаний, оформлении отчетов по выполненным работам и к подготовке их к защите.

### Тесты для самопроверки

#### *Раздел 1. Работоспособность машин.*

1. Свойства функционирования объекта
2. Характеристика работоспособности
3. Критерии перехода между состояниями
4. Надёжность и её свойства

#### *Раздел 2. Основы теории надёжности*

1. Каким показателем характеризуется надёжность изделия в заданный момент времени.
2. Показатель, характеризующий надёжность изделия на интервале времени.
3. Показатель, характеризующий надёжность изделия в любой момент времени на заданном интервале времени.
4. Каким показателем оценить возможность отказа непрерывно работающего изделия до момента времени  $t$  в следующую малую единицу времени.
5. Особенности распределения для внезапно отказывающихся объектов.
6. Взаимосвязь показателей безотказности.
7. Как оценивается надёжность изнашиваемого элемента.
8. Закон надёжности Вейбулла и его характеристика.

#### *Раздел 3. Оценивание показателей надёжности*

1. Испытания на надёжность. Планы испытаний.
2. Аналитические методы оценки параметров распределений.
3. Графические методы оценки параметров распределений.
4. Точечное и интервальное оценивание показателей надёжности

Приложение 2 **Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине «Надёжность металлургических машин!» за первый семестр проводится в форме экзамена и защиты курсовой работы

**а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:**

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<p>ОК-2 способность к обобщению, анализу, критическому осмыслению, систематизации, прогнозированию при постановке целей в сфере профессиональной деятельности с выбором путей их достижения</p>		
Знать	Основные понятия и определения теории надежности	<p>Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Работоспособность машин.</li> <li>2. Свойства функционирования объекта</li> <li>3. Характеристика работоспособности</li> <li>4. Критерии перехода между состояниями</li> <li>5. Надёжность и её свойства</li> </ol>
Уметь:	Применять знания теории надежности в профессиональной деятельности	<p><b>Практические задачи:</b></p> <p><b>Задача</b> Средняя наработка подшипников скольжения механизма уравнивания шпинделей <math>T = 40</math> суток, коэффициент вариации <math>v = 0,35</math>. Найти вероятность отказов <math>Q(t = 30)</math> и вероятность появления не менее двух отказов за тот же промежуток времени.</p> <p><b>Задача</b> По плану испытаний [ NUN] получены наработки вкладышей универсального шпинделя: 54,32,96,75,60,38,42,79,55,63. Найти вероятность отказа <math>Q(t = 20(\text{сут}))</math> и необходимое количество вкладышей на этот период времени.</p> <p><b>Задача</b> Нарботки роликов секции транспортного рольганга, включающей 10 роликов, описываются распределением с параметрами: <math>a = 290</math> (сут), <math>b = 2</math>. В межремонтный период <math>[0, t = 60</math> (сут)] отказов не было. Какова вероятность отказа секции в</p>

		момент времени $t = 60$ (сут) и сколько отказов секции рольганга произойдёт в следующий межремонтный период
Владеть:	основными методами решения задач в области надёжности	<p>Практическое задание:</p> <p>Студенты выполняют анализ надёжности конкретных механизмов и узлов, в частности подшипниковых опор рабочих валков в линии привода валков клетей кварто листопрокатных станов.</p>
ОК-3 способность критически оценивать освоенные теории и концепции, переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости профиль своей профессиональной деятельности		
Знать	Основные методы исследования надёжности машин	<p>Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Испытания на надёжность. Планы испытаний.</li> <li>2. Аналитические методы оценки параметров распределений.</li> <li>3. Графические методы оценки параметров распределений.</li> <li>4. Точечное и интервальное оценивание показателей надёжности</li> </ol>
Уметь:	Выполнять статистические расчёты	<p><b>Практические задачи:</b></p> <p><b>Задача</b> Интенсивность отказов 8 пружин механизма уравнивания шпинделей из-за поломок <math>\lambda = 0,025</math>. Найти возможное число отказов пружин за период, равный средней наработке и необходимое число пружин на 1 месяц.</p> <p><b>Задача</b> При проведении испытаний на надёжность 10 узлов трения по плану [NUN] были получены наработки: 90,77,95,65,100,48,35,40,62,78 (сут). По коэффициенту вариации принять соответствующее распределение и найти возможное число отказов за период времени [0, 30(сут)], вероятность и интенсивность отказа в момент времени <math>t = 25</math> (сут).</p> <p><b>Задача</b> Достигнуто повышение средней наработки вкладышей универсального шпинделя с 30 до 60 суток. Коэффициент вариации <math>v=0,3</math> остался неизменным. Является</p>

		ли эффективным проведенное мероприятие (за год), если стоимость комплекта вкладышей возросла в 2,1 раза и как изменится интенсивность отказов.
Владеть:	профессиональным языком теории надёжности, навыками обработки экспериментальных данных	Практические задания, пример:  Студенты выполняют анализ надёжности конкретных механизмов и узлов, в частности подшипниковых опор рабочих валков в линии привода валков клетей кварто листопрокатных станков.
ОК-5 способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля для приобретения новых знаний и умений, в том числе в новых областях, непосредственно не связанных со сферой деятельности		
Знать	Вероятностные законы отказов оборудования	Вопросы: Работоспособность машин. Свойства функционирования объекта. Характеристика работоспособности Критерии перехода между состояниями Надёжность и её свойства
Уметь:	Определять основные параметры вероятностных законов на основе статистической обработки данных	<b>Задачи:</b>  <b>Задача</b> Средняя наработка вкладышей шарниров универсального шпинделя $T = 40$ суток, параметр формы $b = 2,5$ , межремонтный период равен 20 суткам. Найти среднее число отказов в межремонтный период и в следующий межремонтный период, при условии, что в предыдущем отказов не было.  <b>Задача</b> Отказы вкладышей подшипников скольжения шестерённой клетки происходят по износу. Медианное значение наработки $M_e = 200$ (сут), коэффициент вариации $v = 0,3$ . Найти вероятность безотказной работы $P(t = 60)$ и необходимое количество комплектов вкладышей на год.  <b>Задача</b> Средняя наработка пружин, отказы которых происходят из-за поломок, составляет 60 суток. Найти вероятность отказа пружины на 30 – е сутки и вероятность более одного отказа за период $[0, 30 \text{ (сут)}]$ .

Владеть:	Навыками обработки статистической информации о наработках до отказа с помощью персонального компьютера	Студенты выполняют анализ надёжности конкретных механизмов и узлов, в частности подшипниковых опор рабочих валков в линии привода валков клетей кварто листопрокатных станков.
ПК-19 способность организовать и проводить научные исследования, связанные с разработкой проектов и программ, проводить работы по стандартизации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов		
Знать	Методы анализа надёжности машин	<p>Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации:</p> <p>Каким показателем характеризуется надёжность изделия в заданный момент времени.</p> <p>Показатель, характеризующий надёжность изделия на интервале времени. Показатель, характеризующий надёжность изделия в любой момент времени на заданном интервале времени.</p>
Уметь:	Корректно выражать и аргументированно обосновывать принимаемые решения по результатам анализа надёжности	<p><b>Задача</b> Система, состоящая из последовательно соединённых четырёх равно надёжных элементов в момент времени <math>t = 30</math> суток находится в работоспособном состоянии с вероятностью 0,8. Найти вероятность отказа элемента в момент времени <math>t = 40</math> суток и как изменится вероятность безотказной работы системы, если один из элементов будет продублирован.</p> <p><b>Задача</b> В результате замеров величины износа в подшипниках скольжения шестерённой клетки были найдены оценка математического ожидания начального зазора <math>\hat{\mu}_1 = 0,1\text{мм}</math>, оценка математического ожидания зазора в подшипниках скольжения через 30 суток <math>\hat{\mu}_{30} = 0,12\text{мм}</math>, среднеквадратичное отклонение скорости изнашивания <math>\hat{\sigma}_{i_t} = 0,02</math> (мм). Допустимая величина износа <math>[U] = 0,15\text{мм}</math>. Найти среднее и гарантированное количество вкладышей на 1 месяц.</p> <p><b>Задача</b> Нарботки подшипников скольжения относятся к распределению с параметром</p>

		формы $b = 2,2$ и ресурсной характеристикой $a = 30$ (сут). Межремонтный период равен 20 суткам. Найти вероятность отказа подшипника сразу после ремонта, не имевшего до этого отказов и гарантированное количество подшипников на месяц.
Владеть:	<p>Методами анализа надёжности металлургического оборудования</p> <p>Методами исследования эксплуатационной надёжности машин</p>	Студенты выполняют анализ надёжности конкретных механизмов и узлов, в частности подшипниковых опор рабочих валков в линии привода валков клетей кварто листопрокатных станков.
ПК-21 способностью подготавливать научно-технические отчеты, обзоры, публикации по результатам выполненных исследований		
Знать	<p>Сбор и обработка информации о техническом состоянии машин</p> <p>Установление закономерностей отказов оборудования</p>	<p>Каким показателем оценить возможность отказа непрерывно работающего изделия до момента времени <math>t</math> в следующую малую единицу времени.</p> <p>Особенности распределения для внезапно отказывающихся объектов.</p> <p>Взаимосвязь показателей безотказности.</p> <p>Как оценивается надёжность изнашиваемого элемента. Закон надёжности Вейбулла и его характеристика.</p>
Уметь:	<p>Оценивать параметры распределений отказов машин</p> <p>Определять показатели надёжности</p>	<p><b>Задача</b> Система, состоящая из последовательно соединённых четырёх равнонадёжных элементов в момент времени <math>t = 30</math> суток находится в работоспособном состоянии с вероятностью 0,8. Найти вероятность отказа элемента в момент времени <math>t = 40</math> суток и как изменится вероятность безотказной работы системы, если один из элементов будет продублирован.</p> <p><b>Задача</b> В результате замеров величины износа в подшипниках скольжения шестерённой клетки были найдены оценка математического ожидания начального зазора <math>\hat{\mu}_1 = 0,1\text{мм}</math>, оценка математического ожидания зазора в подшипниках скольжения через 30 суток <math>\hat{\mu}_{30} = 0,12\text{мм}</math>, среднеквадратичное отклонение</p>

		<p>скорости изнашивания <math>\hat{\sigma}_{i_i} = 0,02</math> (мм).  Допустимая величина износа [U] = 0,15мм.  Найти среднее и гарантированное количество вкладышей на 1 месяц.</p> <p><b>Задача</b> Нарботки подшипников скольжения относятся к распределению с параметром формы <math>b = 2,2</math> и ресурсной характеристикой <math>a = 30</math> (сут). Межремонтный период равен 20 суткам. Найти вероятность отказа подшипника сразу после ремонта, не имевшего до этого отказов и гарантированное количество подшипников на месяц.</p>
Владеть:	способами совершенствования профессиональных знаний и умений путем использования возможностей информационной среды.	<p>Практические задания. Пример:</p> <p>Студенты выполняют анализ надёжности конкретных механизмов и узлов, в частности подшипниковых опор рабочих валков в линии привода валков клетей кварто листопрокатных станов.</p>
ПК-25 способность разрабатывать методические и нормативные документы, предложения и проводить мероприятия по реализации разработанных проектов и программ		

Знать	Основные пути повышения надежности оборудования	<p>Методы повышения надежности технических систем</p> <p>Основные проблемы определения надежности механических объектов при их проектировании</p>
Уметь	Проводить обоснования технических решений, направленных на повышение надежности оборудования	<p>Зубчатые муфты распределительного редуктора в количестве 5 штук при достижении предельной величины износа заменяются на новые. За межремонтный период, равный 30 суткам, в среднем происходит отказ одной муфты при коэффициенте вариации <math>v = 0,3</math>. Найти вероятность безотказной работы муфт в конце межремонтного периода и среднюю наработку редуктора за этот же период.</p> <p><b>Задача</b> Средняя наработка секции рольганга, включающей 10 равнонадежных роликов, составляет 90 суток. Межремонтный период равен 30 суткам. Найти вероятность отказа ролика в межремонтный период и вероятность возникновения более двух отказов секции рольганга.</p> <p><b>Задача</b> При испытаниях на надежность по плану [NUN] была получена следующая выборка: 124,88,54,152,42,38,37,32,28 (сут). Межремонтный период равен 30 суткам. Принадлежность к конкретному распределению оценить по величине коэффициента вариации. Найти показатели безотказности и вероятность появления точно одного отказа в межремонтный период.</p>
Владеть	Навыками расчета технической эффективности предлагаемых решений	Студенты выполняют анализ надежности конкретных механизмов и узлов, в частности подшипниковых опор рабочих валков в линии привода валков клетей кварто листопрокатных станов.
ПК-26 готовность применять новые современные методы разработки технологических процессов изготовления изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности с определением рациональных технологических режимов работы специального оборудования		

Знать	Параметры закона Вейбула Параметры нормального закона распределения отказов Параметры экспоненциального закона распределения отказов Параметры логарифмически нормального закона распределения отказов Параметры экспоненциального закона распределения отказов	Повышение надежности оборудования с распределением отказов по нормальному закону  Повышение надежности оборудования с распределением отказов по логарифмически нормальному закону  Повышение надежности оборудования с распределением отказов по экспоненциальному закону  Повышение надежности оборудования с распределением отказов по закону Вейбулла
Уметь	Проводить статистическую обработку с целью определения законов надежности	Нарботки подшипников скольжения относятся к распределению с параметром формы $b = 2,2$ и ресурсной характеристикой $a = 30$ (сут). Межремонтный период равен 20 суткам. Найти вероятность отказа подшипника сразу после ремонта, не имевшего до этого отказов и гарантированное количество подшипников на месяц.  <b>Задача</b> Зубчатые муфты распределительного редуктора в количестве 5 штук при достижении предельной величины износа заменяются на новые. За межремонтный период, равный 30 суткам, в среднем происходит отказ одной муфты при коэффициенте вариации $v = 0,3$ . Найти вероятность безотказной работы муфт в конце межремонтного периода и среднюю наработку редуктора за этот же период.  <b>Задача</b> Средняя наработка секции рольганга, включающей 10 равнонадёжных роликов, составляет 90 суток. Межремонтный период равен 30 суткам. Найти вероятность отказа ролика в межремонтный период и вероятность возникновения более двух отказов секции рольганга
Владеть	Навыками оценки вероятности отказов и вероятности безотказной работы	Студенты выполняют анализ надёжности конкретных механизмов и узлов, в частности подшипниковых опор рабочих валков в линии привода валков клетей кварто листопркатных станов.



## **б ) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

### ***Показатели и критерии оценивания экзамена:***

Критерии оценки (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения):

- на оценку **«отлично»** – студент должен показать высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;
- на оценку **«хорошо»** – студент должен показать знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;
- на оценку **«удовлетворительно»** – студент должен показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;
- на оценку **«неудовлетворительно»** – студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

### **Показатели и критерии оценивания курсовой работы:**

- на оценку **«отлично»** (5 баллов) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;
- на оценку **«хорошо»** (4 балла) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;
- на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;
- на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – задание преподавателя выполнено частично, в процессе защиты работы обучающийся допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.
- на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – задание преподавателя выполнено частично, обучающийся не может воспроизвести и объяснить содержание, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.