



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 МЕХАНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ  
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ЗАВОДОВ***

Направление подготовки (специальность)  
15.06.01 МАШИНОСТРОЕНИЕ

Направленность (профиль/специализация) программы  
Машины, агрегаты и процессы (металлургическое машиностроение)

Уровень высшего образования - подготовка кадров высшей квалификации

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалобработки
Кафедра	Проектирования и эксплуатации металлургических машин и оборудования
Курс	2
Семестр	3

Магнитогорск  
2020 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 15.06.01 МАШИНОСТРОЕНИЕ (уровень подготовки кадров высшей квалификации). (приказ Минобрнауки России от 30.07.2014 г. № 881)

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, д-р техн. наук

 В.П. Анцупов

Рецензент:  
гл. механик ООО "НПЦ "Гальва", канд. техн. наук

 В.А. Русанов

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Научные сотрудники

Протокол от \_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Научные сотрудники

Протокол от \_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Научные сотрудники

Протокол от \_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Научные сотрудники

Протокол от \_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

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

Целью освоения дисциплины (модуля) «Надёжность механического оборудования металлургических заводов» является формирования у аспирантов умения по исследованию надёжности металлургического оборудования при его эксплуатации.

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

Дисциплина Надёжность механического оборудования металлургических заводов входит в вариативную часть блока 1 учебного плана образовательной программы.

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

Технологии и машины горно-металлургического производства

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

Научные и методологические основы проектирования элементов механических систем по различным критериям

Методология повышения производительности машин на основе продления ресурса подвижных соединений

Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности

Научно-исследовательская деятельность и подготовка НКР

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Надёжность механического оборудования металлургических заводов» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

<b>Структурный элемент компетенции</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>
<b>ОПК-1 способностью научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства</b>	
Знать	- основные понятия и определения; - сущность понятий и определений; - методы анализа надёжности машин
Уметь	- обсуждать принимаемые решения; - применять знания в профессиональной деятельности; - корректно выражать и аргументированно обосновывать принимаемые решения по результатам анализа надёжности
Владеть	- основными методами решения задач в области надёжности; - методами анализа надёжности металлургического оборудования; - методами исследования эксплуатационной надёжности машин

<b>ПК-1 владение научными и методологическими основами конструирования, производства, ремонта и эксплуатации машин, агрегатов и процессов</b>	
Знать	- понятия и определения теории надежности машин; - основные методы исследования надёжности машин; - процедуру сбора и обработки информации о техническом состоянии машин
Уметь	- выявлять закономерности отказов оборудования; - выполнять статистические расчёты; - оценивать параметры распределений; - определять показатели надёжности
Владеть	- профессиональным языком теории надёжности; - навыками обработки экспериментальных данных
<b>ПК-2 способность предложить и обосновать технические, экономические или технологические решения, имеющие существенное значение для экономики или обеспечения обороноспособности страны в областях исследований специальности</b>	
Знать	- влияние показателей надежности на технико-экономические показатели металлургических предприятий; - методы повышения показателей надежности с целью повышения технико-экономических показателей
Уметь	- проводить техническое обоснование применения методов повышения показателей надежности
Владеть	- навыками расчета эффективных методов повышения надежности с использованием компьютерных технологий; - расчета технического эффекта от предлагаемых решений с использованием компьютерных технологий
<b>ПК-3 владение комплексом знаний, необходимых для научно-технического обоснования новых эффективных методов и технологий проектирования машин, агрегатов и процессов в областях исследования специальности</b>	
Знать	- основные методы исследования надежности машин; - основные проблемы определения параметров надежности при проектировании машин, агрегатов и процессов; - пути решения задачи определения параметров надежности на стадии проектирования машин, агрегатов и процессов
Уметь	- определять параметры надежности на стадии проектирования машин, агрегатов и процессов
Владеть	- навыками разработки математических моделей определения показателей надежности проектируемого оборудования

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц 72 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 36 акад. часов;
- аудиторная – 36 акад. часов;
- внеаудиторная – 0 акад. часов
- самостоятельная работа – 36 акад. часов;

Форма аттестации - зачет с оценкой

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. Надёжность механического оборудования металлургических заводов								
1.1 Основные аспекты теории надёжности. Показатели надёжности и их сущность	3	4			4	Подготовка к лекционным занятиям	Текущий контроль успеваемости	ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3
1.2 Распределения для анализа надёжности машин.		4		6/2И	8	Подготовка к лекционным занятиям	Текущий контроль успеваемости	ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3
1.3 Методы исследований на надёжность. Планы испытаний на надёжность.		4		4/4И	8	Подготовка к лекционным занятиям. Подготовка к практическим занятиям	Текущий контроль успеваемости	ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3
1.4 Модели оценивания показателей безотказности и долговечности. Параметрическая надёжность.		4		4/2И	8	Подготовка к лекционным занятиям. Подготовка к практическим занятиям	Текущий контроль успеваемости	ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3
1.5 Влияние условий эксплуатации на надёжность оборудования. Пути повышения надёжности оборудования.		2		4/2И	8	Подготовка к лекционным занятиям. Подготовка к практическим занятиям	Текущий контроль успеваемости	ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3
Итого по разделу		18		18/10И	36			
Итого за семестр		18		18/10И	36		зач	
Итого по дисциплине		18		18/10И	36		зачет с оценкой	ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3

## **5 Образовательные технологии**

При обучении используются традиционные образовательные технологии. При чтении лекций происходит прямая трансляция теоретического материала студентам с использованием демонстрационных материалов (макеты, модели, презентации и т.д.).

Для самостоятельно проработки теоретического материала студентам ставятся проблемы (проблемная технология) по изучаемой теме. Решение поставленных задач предполагает более интенсивное обучение и формирование общепрофессиональной компетенции одновременно с профессиональными.

Практические занятия проводятся в традиционной и проблемной формах с использованием методик, изложенных в соответствующей методической литературе и параллельным решением исследовательских проблемных задач по изучению машин и оборудования.

При необходимости (обучение аспирантов предполагает наличие вопросов из их профессионального опыта) используется интерактивная форма проведения лекционных и практических занятий с имитацией реальных процессов производства. В этом случае ставятся и решаются подзадачи с целью определения траектории и совместного решения (студенты-преподаватель) задачи.

## **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 (модуля)**

### **а) Основная литература:**

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: 31.08.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог

2. Основы диагностики и надежности 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: 31.08.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.

### **б) Дополнительная литература:**

1. 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: 31.08.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9967-0534-4. - Имеется печатный аналог.

2. Белевский, Л. С. Основы проектирования : учебное пособие [для вузов] / Л. С. Белевский, Л. В. Дерябина, А. А. Дерябин ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2019. - 1 CD-ROM. - ISBN 978-5-9967-1728-6. - Загл. с титул. экрана. - URL :

<https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=4087.pdf&show=dcatalogues/1/1533907/4087.pdf&view=true> (дата обращения: 23.10.2020). - Макрообъект. - Текст :

**в) Методические указания:**

1. Анцупов, В. П. Изучение, расчет и исследование приводов прокатных станов : учебное пособие / В. П. Анцупов, А. В. Анцупов (мл.), А. В. Анцупов ; МГТУ. - Магнитогорск, 2009. - 86 с. : ил., схемы, табл. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=268.pdf&show=dcatalogues/1/1060892/268.pdf&view=true> (дата обращения: 31.08.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.

2. Жиркин Ю.В. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Надёжность металлургических машин», Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск, гос. техн. ун-та им Г.И. Носова, 2014

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

**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
FAR Manager	свободно	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a>

**9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

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

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

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

4. Компьютерный класс: Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

5. Аудитории для самостоятельной работы: компьютерные классы; читальные залы библиотеки: Персональные компьютеры с пакетом MS Office, вы-ходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

**6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся*****Перечень вопросов для самопроверки***

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 Закон надёжности Вейбулла и его характеристика.
8. Что понимается под испытанием на надёжность, планы испытаний.
9. Как определить гарантированное количество запасных частей.
10. Надёжность систем и показатели её характеризующие.

***Примерные аудиторные контрольные работы (АКР):***

1. **Вопрос №1** 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.
2. **Вопрос №2** 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.
3. **Вопрос №3** 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.
4. **Вопрос №4** При испытаниях на надёжность 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.

***Примерные индивидуальные домашние задания (ИДЗ):***

1. **Задача № 1** Средняя наработка подшипников скольжения механизма уравнивания шпинделей  $T = 40$  суток, коэффициент вариации  $v = 0,35$ . Найти вероятность отказов  $Q$  ( $t = 30$ ) и вероятность появления не менее двух отказов за тот же промежуток времени.
2. **Задача №2** По плану испытаний [ NUN] получены наработки вкладышей универсального шпинделя: 54,32,96,75,60,38,42,79,55,63. Найти вероятность отказа  $Q$  ( $t = 20$  (сут)) и необходимое количество вкладышей на этот период времени.
3. **Задача № 3** Нарботки роликов секции транспортного рольганга, включающей 10 роликов, описываются распределением с параметрами:  $a = 290$  (сут),  $b = 2$ . В межремонтный период  $[0, t = 60$  (сут)] отказов не было. Какова вероятность отказа

секции в момент времени  $t = 60$  (сут) и сколько отказов секции рольганга произойдёт в следующий межремонтный период.

4. **Задача № 4** Интенсивность отказов 8 пружин механизма уравнивания шпинделей из-за поломок  $\lambda = 0,025$ . Найти возможное число отказов пружин за период, равный средней наработке и необходимое число пружин на 1 месяц.
5. **Задача № 5** 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  $t = 25$  (сут).
6. **Задача № 6** Достигнуто повышение средней наработки вкладышей универсального шпинделя с 30 до 60 суток. Коэффициент вариации  $v=0,3$  остался неизменным. Является ли эффективным проведенное мероприятие (за год), если стоимость комплекта вкладышей возросла в 2,1 раза и как изменится интенсивность отказов.
7. **Задача № 7** 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.
8. **Задача № 8** 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.
9. **Задача № 9** 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  $[0, 30$  (сут)].
10. **Задача № 10** Система, состоящая из последовательно соединённых четырёх равнонадёжных элементов в момент времени  $t = 30$  суток находится в работоспособном состоянии с вероятностью 0,8. Найти вероятность отказа элемента в момент времени  $t = 40$  суток и как изменится вероятность безотказной работы системы, если один из элементов будет продублирован.
11. **Задача № 11** В результате замеров величины износа в подшипниках скольжения шестерённой клетки были найдены оценка математического ожидания начального зазора  $\hat{\mu}_1 = 0,1\text{мм}$ , оценка математического ожидания зазора в подшипниках скольжения через 30 суток  $\hat{\mu}_{30} = 0,12\text{мм}$ , среднеквадратичное отклонение скорости изнашивания  $\hat{\sigma}_t = 0,02$  (мм). Допустимая величина износа  $[U]=0,15\text{мм}$ . Найти среднее и гарантированное количество вкладышей на 1 месяц.

## 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<b>ОПК-1 способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства</b>		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия и определения;</li> <li>- сущность понятий и определений;</li> <li>- методы анализа надёжности машин</li> </ul>	<p><i>Теоретические вопросы</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Каким показателем характеризуется надёжность изделия в заданный момент времени.</li> <li>2. Показатель, характеризующий надёжность изделия на интервале времени..</li> </ol>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обсуждать принимаемые решения;</li> <li>- применять знания в профессиональной деятельности;</li> <li>- корректно выражать и аргументированно обосновывать принимаемые решения по результатам анализа надёжности</li> </ul>	<p><i>Практические задания</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Оценить надёжность изнашиваемого подшипника, используя закон надёжности Вейбулла.</li> <li>- Оценить надёжность изнашиваемого ролика рольганга, используя экспоненциальный закон надёжности.</li> </ul>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>- основными методами решения задач в области надёжности;</li> <li>- методами анализа надёжности металлургического оборудования;</li> <li>- методами исследования эксплуатационной надёжности машин</li> </ul>	<p><i>Задания на решение задач из профессиональной области:</i></p> <p><i>Задача № 1</i> 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><i>Задача № 2</i> 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><i>Задача № 3</i> 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</p>

		<p>секции в момент времени <math>t = 60</math> (сут) и сколько отказов секции ролганга произойдёт в следующий межремонтный период.</p> <p><i>Задача № 4</i> Интенсивность отказов 8 пружин механизма уравнивания шпинделей из-за поломок . Найти возможное число отказов пружин за период, равный средней наработке и необходимое число пружин на 1 месяц.</p>
<p><b>ПК-1 способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</b></p>		
<p>Знать</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- понятия и определения теории надежности машин;</li> <li>- основные методы исследования надёжности машин;</li> <li>- процедуру сбора и обработки информации о техническом состоянии машин</li> <li>- основные статистические законы надежности</li> </ul>	<p><i>Теоретические вопросы</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Как оценивается надёжность изнашиваемого Закон надёжности Вейбулла и его характеристика.</li> <li>2. Что понимается под испытанием на надёжность, планы испытаний</li> </ol>
<p>Уметь</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- выявлять закономерности отказов оборудования;</li> <li>- выполнять статистические расчёты;</li> <li>- оценивать параметры распределений;</li> <li>- определять показатели надёжности</li> </ul>	<p><i>Практические задания</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Что понимается под испытанием на надёжность, планы испытаний.</li> </ul>
<p>Владеть</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- профессиональным языком теории надёжности;</li> <li>- навыками обработки экспериментальных данных</li> </ul>	<p><i>Задания на решение задач из профессиональной области:</i></p> <p><i>Задача № 1</i> 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 <math>[0, 30(\text{сут})]</math>, вероятность и интенсивность отказа в момент времени <math>t = 25</math> (сут).</p> <p><i>Задача № 2</i> Достигнуто повышение средней наработки вкладышей универсального шпинделя с 30 до 60 суток. Коэффициент вариации <math>v=0,3</math> остался неизменным. Является ли эффективным проведенное мероприятие (за год), если стоимость комплекта вкладышей возросла в 2,1 раза и как изменится интенсивность отказов.</p> <p><i>Задача № 3</i> Средняя наработка вкладышей шарниров универсального шпинделя</p>

		<p><math>T = 40</math> суток, параметр формы <math>b = 2,5</math>, 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.</p>
<p><b>ПК-2 способность предложить и обосновать технические, экономические или технологические решения, имеющие существенное значение для экономики или обеспечения обороноспособности страны в областях исследований специальности</b></p>		
Знать	<p>- влияние показателей надежности на технико-экономические показатели металлургических предприятий; - методы повышения показателей надежности с целью повышения технико-экономических показателей</p>	<p><i>Теоретические вопросы</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Показатель, характеризующий надёжность изделия в любой момент времени на заданном интервале времени.</li> <li>2. Каким показателем оценить возможность отказа непрерывно работающего изделия до момента времени <math>t</math> в следующую малую единицу времени.</li> <li>3. Как определить гарантированное количество запасных частей.</li> <li>4. Надёжность систем и показатели её характеризующие</li> </ol>
Уметь:	<p>- проводить техническое обоснование применения методов повышения показателей надежности</p>	<p><i>Практические задания</i></p> <p>- Определить гарантированное количество запасных частей для обеспечения надежности рольганга</p>
Владеть навыками:	<p>- навыками расчета эффективных методов повышения надежности с использованием компьютерных технологий; - расчета технического эффекта от предлагаемых решений с использованием компьютерных технологий</p>	<p><i>Задания на решение задач из профессиональной области:</i></p> <p><i>Задача № 1</i> Отказы вкладышей подшипников скольжения шестерённой клетки происходят по износу. Медианное значение наработки <math>M_e = 200</math> (сут), коэффициент вариации <math>v = 0,3</math>. Найти вероятность безотказной работы <math>P(t = 60)</math> и необходимое количество комплектов вкладышей на год.</p> <p><i>Задача № 2</i> 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 <math>[0, 30]</math> (сут).</p> <p><i>Задача № 3</i> 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><i>Задача № 4</i> В результате замеров величины износа в подшипниках скольжения шестерённой клетки были найдены оценка математического ожидания начального зазора оценка математического ожидания зазора в подшипниках скольжения через 30 суток, среднеквадратичное отклонение скорости изнашивания (мм). Допустимая величина износа <math>[U] = 0,15</math> мм. Найти среднее и гарантированное количество</p>

		вкладышей на 1 месяц.
<b>ПК-3 владение комплексом знаний, необходимых для научно-технического обоснования новых эффективных методов и технологий проектирования машин, агрегатов и процессов в областях исследования специальности</b>		
Знать	- основные методы исследования надёжности машин; - основные проблемы определения параметров надёжности при проектировании машин, агрегатов и процессов; - пути решения задачи определения параметров надёжности на стадии проектирования машин, агрегатов и процессов	<i>Теоретические вопросы</i> 1. Особенности распределения для внезапно отказывающихся объектов. 2. Взаимосвязь показателей безотказности..
Уметь:	- определять параметры надёжности на стадии проектирования машин, агрегатов и процессов	<i>Практические задания</i> - Оценить надёжность изнашиваемой направляющей скольжения, используя нормальный закон надёжности .
Владеть навыками:	- навыками разработки математических моделей определения показателей надёжности проектируемого оборудования	<i>Задания на решение задач из профессиональной области:</i> <i>Задача № 1</i> 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. <i>Задача № 2</i> 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. <i>Задача № 3</i> 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. <i>Задача № 4</i> При испытаниях на надёжность по плану [NUN] была получена

		<p>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>
--	--	--

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

Итоговая аттестация по дисциплине «Надежность механического оборудования металлургических заводов» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета с оценкой.

Зачет с оценкой по данной дисциплине проводится в устной форме, включает 1 теоретический вопрос и одно практическое задание.

***Показатели и критерии оценивания зачета с оценкой:***

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.