



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 материалообработки
Кафедра	Проектирования и эксплуатации металлургических машин и оборудования
Курс	2
Семестр	3

Магнитогорск
2019 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 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

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Проектирования и эксплуатации металлургических

Протокол от _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ А.Г. Корчунов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 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 (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:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
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	
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

ПК-1 владение научными и методологическими основами конструирования, производства, ремонта и эксплуатации машин, агрегатов и процессов	
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
ПК-2 способность предложить и обосновать технические, экономические или технологические решения, имеющие существенное значение для экономики или обеспечения обороноспособности страны в областях исследований специальности	
Знать	- влияние показателей надёжности на технико-экономические показатели металлургических предприятий; - методы повышения показателей надёжности с целью повышения технико-экономических показателей
Уметь	- проводить техническое обоснование применения методов повышения показателей надёжности
Владеть	- навыками расчета эффективных методов повышения надёжности с использованием компьютерных технологий; - расчета технического эффекта от предлагаемых решений с использованием компьютерных технологий
ПК-3 владение комплексом знаний, необходимых для научно-технического обоснования новых эффективных методов и технологий проектирования машин, агрегатов и процессов в областях исследования специальности	
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
Уметь	- определять параметры надёжности на стадии проектирования машин, агрегатов и процессов
Владеть	- навыками разработки математических моделей определения показателей надёжности 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: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp

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 аудиторские 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 роляганга 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
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		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> - основные понятия и определения; - сущность понятий и определений; - методы анализа надёжности машин 	<p><i>Теоретические вопросы</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Каким показателем характеризуется надёжность изделия в заданный момент времени. 2. Показатель, характеризующий надёжность изделия на интервале времени..
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> - обсуждать принимаемые решения; - применять знания в профессиональной деятельности; - корректно выражать и аргументированно обосновывать принимаемые решения по результатам анализа надёжности 	<p><i>Практические задания</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Оценить надёжность изнашиваемого подшипника, используя закон надёжности Вейбулла. - Оценить надёжность изнашиваемого ролика рольганга, используя экспоненциальный закон надёжности.
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> - основными методами решения задач в области надёжности; - методами анализа надёжности металлургического оборудования; - методами исследования эксплуатационной надёжности машин 	<p><i>Задания на решение задач из профессиональной области:</i></p> <p><i>Задача № 1</i> 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.</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 $Q(t = 20(\text{сут}))$ 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: $a = 290$ (сут), $b = 2$. В межремонтный период $[0, t = 60$ (сут)] отказов не было. Какова вероятность отказа</p>

		<p>секции в момент времени $t = 60$ (сут) и сколько отказов секции рольганга 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>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</p>		
<p>Знать</p>	<ul style="list-style-type: none"> - понятия и определения теории надежности машин; - основные методы исследования надёжности машин; - процедуру сбора и обработки информации о техническом состоянии машин - основные статистические законы надежности 	<p><i>Теоретические вопросы</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Как оценивается надёжность изнашиваемого Закон надёжности Вейбулла и его характеристика. 2. Что понимается под испытанием на надёжность, планы испытаний
<p>Уметь</p>	<ul style="list-style-type: none"> - выявлять закономерности отказов оборудования; - выполнять статистические расчёты; - оценивать параметры распределений; - определять показатели надёжности 	<p><i>Практические задания</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Что понимается под испытанием на надёжность, планы испытаний.
<p>Владеть</p>	<ul style="list-style-type: none"> - профессиональным языком теории надёжности; - навыками обработки экспериментальных данных 	<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 $[0, 30(\text{сут})]$, вероятность и интенсивность отказа в момент времени $t = 25$ (сут).</p> <p><i>Задача № 2</i> 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.</p> <p><i>Задача № 3</i> Средняя наработка вкладышей шарниров универсального шпинделя</p>

		<p>$T = 40$ 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.</p>
<p>ПК-2 способность предложить и обосновать технические, экономические или технологические решения, имеющие существенное значение для экономики или обеспечения обороноспособности страны в областях исследований специальности</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"> 1. Показатель, характеризующий надёжность изделия в любой момент времени на заданном интервале времени. 2. Каким показателем оценить возможность отказа непрерывно работающего изделия до момента времени t в следующую малую единицу времени. 3. Как определить гарантированное количество запасных частей. 4. Надёжность систем и показатели её характеризующие
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 $M_e = 200$ (сут), коэффициент вариации $v = 0,3$. Найти вероятность безотказной работы $P(t = 60)$ 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 $[0, 30$ (сут)].</p> <p><i>Задача № 3</i> 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.</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 $[U] = 0,15$ мм. Найти среднее и гарантированное количество</p>

		вкладышей на 1 месяц.
ПК-3 владение комплексом знаний, необходимых для научно-технического обоснования новых эффективных методов и технологий проектирования машин, агрегатов и процессов в областях исследования специальности		
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.