



|  |  |
| --- | --- |
| **Лист** **актуализации** **рабочей** **программы** | |
|  |  |
|  | |
|  |  |
|  | |
|  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Проектирования и эксплуатации металлургических машин и оборудования | |
|  |  |
|  | 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 машин и оборудования | |
|  |  |
|  | 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 парметров 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 теориии 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 надежности оборудования |
| Уметь | Проводить обоснования технических решений, направленных на повышение надежности 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, ремонотопригодность, 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. Ремонтопригодность машин. Показатели ремонтопригодности 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 оценивании показателей безотказности: статические (допусковые) модели, статические модели непревышений, динамические модели отказов | | 1 | 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 |  | 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 надежности конкретных механизмов машин  3. Анализ эффективности повышения надежности оборудования  4. Эффективность и возможности резервирование 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 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](https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=521.pdf&show=dcatalogues/1/1092485/521.pdf&view=true%20) (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>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» | | | <https://dlib.eastview.com/> | |  |
|  |  |  |
|  |  | Поисковая система Академия Google (Google Scholar) | | | URL: <https://scholar.google.ru/> | |  |
|  |  | Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам | | | URL: <http://window.edu.ru/> | |  |
|  |  | Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) | | | URL: <https://elibrary.ru/project_risc.asp> | |  |

**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 надежности

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 отказывающих 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 |
| ОК-2 способность 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 | Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации:   1. Работоспособность машин. 2. Свойства функционирования объекта 3. Характеристика работоспособности 4. Критерии перехода между состояниями 5. Надёжность и её свойства |
| Уметь: | Применять знания теории надежности в профессиональной деятельности | **Практические задачи:**  **Задача**  Средняя наработка подшипников скольжения механизма уравновешивания шпинделей Т = 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.  **Задача**  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.  **Задача** Наработки роликов секции транспортного рольганга, включающей 10 роликов, описываются распределением с параметрами: а = 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 |
| Владеть: | основными методами решения задач в области надёжности | Практическое задание:  Студенты выполняют анализ надёжности конкретных механизмов и узлов, в частности подшипниковых опор рабочих валков в линии привода валков клетей кварто листопрокатных станов. |
| 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 | Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации:   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 |
| Уметь: | Выполнять статистические расчёты | **Практические задачи:**  **Задача** Интенсивность отказов 8 пружин механизма уравновешивания шпинделей из-за поломок . Найти возможное число отказов пружин за период, равный средней наработке и необходимое число пружин на 1 месяц.  **Задача**  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 (cут).  **Задача** 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. |
| 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 станов. |
| 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 | **Задачи:**  **Задача**  Средняя наработка вкладышей шарниров универсального шпинделя Т = 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.  **Задача**  Отказы вкладышей подшипников скольжения шестерённой клети происходят по износу. Медианное значение наработки Ме = 200 (сут), коэффициент вариации v = 0,3. Найти вероятность безотказной работы Р (t = 60) и необходимое количество комплектов вкладышей на год.  **Задача** 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)]. |
| 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 станов. |
| 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 | Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации:  Каким показателем характеризуется надёжность изделия в заданный момент времени.  Показатель, характеризующий надёжность изделия на интервале времени. Показатель, характеризующий надёжность изделия в любой момент времени на заданном интервале времени. |
| Уметь: | Корректно выражать и аргументированно обосновывать принимаемые решения по результатам анализа надёжности | **Задача**  Система, состоящая из последовательно соединённых четырёх равно надёжных 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.  **Задача** В результате замеров величины износа в подшипниках скольжения шестерённой клети 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] = 0,15мм. Найти среднее и гарантированное количество вкладышей на 1 месяц.  **Задача** Наработки подшипников скольжения относятся к распределению с параметром формы b = 2,2 и ресурсной характеристикой а = 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: | Методами анализа надёжности металлургического оборудования  Методами исследования эксплуатационной надёжности машин | Студенты выполняют анализ надёжности конкретных механизмов и узлов, в частности подшипниковых опор рабочих валков в линии привода валков клетей кварто листопрокатных станов. |
| 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 | Каким показателем оценить возможность отказа непрерывно работающего изделия до момента времени t в следующую малую единицу времени.  Особенности распределения для внезапно отказывающих объектов.  Взаимосвязь показателей безотказности.  Как оценивается надёжность изнашиваемого элемента. Закон надёжности Вейбулла и его характеристика. |
| Уметь: | Оценивать параметры распределений отказов машин  Определять показатели надёжности | **Задача**  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.  **Задача** В результате замеров величины износа в подшипниках скольжения шестерённой клети 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] = 0,15мм. Найти среднее и гарантированное количество вкладышей на 1 месяц.  **Задача** Наработки подшипников скольжения относятся к распределению с параметром формы b = 2,2 и ресурсной характеристикой а = 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: | способами совершенствования профессиональных знаний и умений путем использования возможностей информационной среды. | Практические задания. Пример:  Студенты выполняют анализ надёжности конкретных механизмов и узлов, в частности подшипниковых опор рабочих валков в линии привода валков клетей кварто листопрокатных станов. |
| ПК-25 способность разрабатывать методические и нормативные документы, предложения и проводить мероприятия по реализации разработанных проектов и программ | | |
| Знать | Основные пути повышения надежности оборудования | Методы повышения надежности технических систем  Основные проблемы определения надежности механических объектов при их проектировании |
| Уметь | Проводить обоснования технических решений, направленных на повышение надежности оборудования | 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.  **Задача** 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.  **Задача** 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. |
| Владеть | Навыками расчета технической эффективности предлагаемых решений | Студенты выполняют анализ надёжности 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 | Наработки подшипников скольжения относятся к распределению с параметром формы b = 2,2 и ресурсной характеристикой  а = 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.  **Задача** 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.  **Задача** 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 листопрокатных 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 уни-кальных 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.