



|  |  |
| --- | --- |
| **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 Надежность 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) «Надежность 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  - основные статистические законы надежности |
| 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 надежности на технико-экономические показатели металлургичеких 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 |
| **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 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 надежности. Показатели надежности 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 надежности 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 надежность. 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 надежность оборудования. Пути повышения надежности 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 |  | зао |  |
| 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 тд.).  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 : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM. | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **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 занятия 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 распространяемое ПО | бессрочно |  |
|  |  |  |  |  |
| **Профессиональные** **базы** **данных** **и** **информационные** **справочные** **системы** | | | | |
|  | Название курса | | Ссылка |  |
|  | Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) | | 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 | | | | |
|

# Приложение 1

# 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 отказывающих 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** 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.
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 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.
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** 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.
4. **Задача № 4** 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.
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 (cут).
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 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.
8. **Задача № 8** 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.
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 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.

Приложение 2

**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 | - основные понятия и определения;  - сущность понятий и определений;  - методы анализа надёжности машин | *Теоретические вопросы*  1. Каким показателем характеризуется надёжность изделия в заданный момент времени.  2. Показатель, характеризующий надёжность изделия на интервале времени.. |
| Уметь | - обсуждать принимаемые решения;  - применять знания в профессиональной деятельности;  - корректно выражать и аргументированно обосновывать принимаемые решения по результатам анализа надёжности | *Практические задания*  - Оценить надёжность изнашиваемого подшипника, используя закон надёжности Вейбулла.  - Оценить надёжность изнашиваемого ролика рольганга, используя экспоненциальный закон надёжности. |
| Владеть | - основными методами решения задач в области надёжности;  - методами анализа надёжности металлургического оборудования;  - методами исследования эксплуатационной надёжности машин | *Задания на решение задач из профессиональной области:*  *Задача № 1* 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 № 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.  *Задача № 3* 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.  *Задача № 4*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. |
| **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** | | |
| Знать | - понятия и определения теории надежности машин;  - основные методы исследования надёжности машин;  - процедуру сбора и обработки информации о техническом состоянии машин  - основные статистические законы надежности | *Теоретические вопросы*  1. Как оценивается надёжность изнашиваемого Закон надёжности Вейбулла и его характеристика.  2. Что понимается под испытанием на надёжность, планы испытаний |
| Уметь | - выявлять закономерности отказов оборудования;  - выполнять статистические расчёты;  - оценивать параметры распределений;  - определять показатели надёжности | *Практические задания*  - Что понимается под испытанием на надёжность, планы испытаний. |
| Владеть | - профессиональным языком теории надёжности;  - навыками обработки экспериментальных данных | *Задания на решение задач из профессиональной области:*  *Задача № 1* 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 № 2*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.  *Задача № 3* 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. |
| **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 надежности на технико-экономические показатели металлургичеких предприятий;  - методы повышения показателей надежности с целью повышения технико-экономических показателей | *Теоретические вопросы*  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: | - проводить техническое обоснование применения методов повышения показателей надежности | *Практические задания*  - Определить гарантированное количество запасных частей для обеспечения надежности рольганга |
| Владеть навыками: | - навыками расчета эффективных методов повышения надежности с использованием компьютерных технологий;  - расчета технического эффекта от предлагаемых решений с использованием компьютерных технологий | *Задания на решение задач из профессиональной области:*  *Задача № 1* 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 № 2*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)].  *Задача № 3* 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 № 4*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. |
| **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 надежности при проектировании машин, агрегатов и процессов;  - пути решения задачи определения параметров надежности на стадии проектирования машин, агрегатов и процессов | *Теоретические вопросы*   1. Особенности распределения для внезапно отказывающих объектов. 2. Взаимосвязь показателей безотказности.. |
| Уметь: | - определять параметры надежности на стадии проектирования машин, агрегатов и процессов | *Практические задания*  - Оценить надёжность изнашиваемой направляющей скольжения, используя нормальный закон надёжности . |
| Владеть навыками: | - навыками разработки математических моделей определения показателей надежности проектируемого оборудования | *Задания на решение задач из профессиональной области:*  *Задача № 1* 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 № 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.  *Задача № 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.  *Задача № 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. |

**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.