



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММзМ
А.С. Савинов

09.02.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**НАДЕЖНОСТЬ МАШИН И АГРЕГАТОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ
ЗАВОДОВ**

Научная специальность
2.5.21. Машины, агрегаты и технологические процессы

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
2023 год

Рабочая программа составлена на основе ФГТ (приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 г. № 951)

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

06.02.2023, протокол № 6


Зав. кафедрой  А.Г. Корчунов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ

09.02.2023 г. протокол № 5

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

профессор кафедры ПиЭММиО, д-р техн. наук  В.П. Анзупов

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 2024 - 2025 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 2025 - 2026 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 2026 - 2027 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 2027 - 2028 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) является формирования у аспирантов умения по исследованию надёжности металлургического оборудования при его эксплуатации.

2 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Надёжность машин и агрегатов металлургических заводов» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

| | |
|-------|---|
| | |
| КНС-1 | Владение научными и методологическими основами конструирования, производства, ремонта и эксплуатации машин, агрегатов и технологических процессов |

3. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

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

- контактная работа – 42 акад. часов;
- аудиторная – 42 акад. часов;
- внеаудиторная – 0 акад. часов;
- самостоятельная работа – 30 акад. часов;

Форма аттестации - зачет

| Раздел/ тема дисциплины | Семестр | Аудиторная контактная работа (в акад. часах) | | Самостоятельная работа студента | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации |
|--|---------|--|-------------|---------------------------------|---|
| | | Лек. | практ. зан. | | |
| 1. 1. Надёжность механического оборудования металлургических заводов | | | | | |
| 1.1 Основные аспекты теории надежности. Показатели надежности и их сущность | 3 | 4 | | 4 | Текущий контроль успеваемости |
| 1.2 Распределения для анализа надежности машин. | | 7 | 9 | 6 | Текущий контроль успеваемости |
| 1.3 Методы исследований на надежность. Планы испытаний на надёжность. | | 4 | 4 | 6 | Текущий контроль успеваемости |
| 1.4 Модели оценивания показателей безотказности и долговечности. Параметрическая надёжность. | | 4 | 4 | 6 | Текущий контроль успеваемости |
| 1.5 Влияние условий эксплуатации на надежность оборудования. Пути повышения надежности оборудования. | | 2 | 4 | 8 | Текущий контроль успеваемости |
| Итого по разделу | | 21 | 21 | 30 | |
| Итого за семестр | | 21 | 21 | 30 | зачёт |
| Итого по дисциплине | | 21 | 21 | 30 | зачет |

4 Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации

Представлены в приложении 1.

5 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

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.

2. Основы диагностики и надежности технических объектов : учебное пособие / В. П. Анцупов, А. Г. Корчунов, А. В. Анцупов (мл.), А. В. Анцупов ; МГТУ, [каф. MOMЗ]. - 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.

в) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

| Наименование ПО | № договора | Срок действия лицензии |
|-----------------------------|---------------------|------------------------|
| MS Office 2007 Professional | № 135 от 17.09.2007 | бессрочно |
| 7Zip | свободно | бессрочно |
| FAR Manager | свободно | бессрочно |

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

| Название курса | Ссылка |
|---|--|
| Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного | 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 | https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?local e=ru |

Приложение 1

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

КНС-1 Владение научными и методологическими основами конструирования, производства, ремонта и эксплуатации машин, агрегатов и технологических процессов

Теоретические вопросы

1. Каким показателем характеризуется надёжность изделия в заданный момент времени.
2. Показатель, характеризующий надёжность изделия на интервале времени.
3. Как оценивается надёжность изнашиваемого Закон надёжности Вейбулла и его характеристика.
4. Что понимается под испытанием на надёжность, планы испытаний
5. Показатель, характеризующий надёжность изделия в любой момент времени на заданном интервале времени.
6. Каким показателем оценить возможность отказа непрерывно работающего изделия до момента времени t в следующую малую единицу времени.
7. Как определить гарантированное количество запасных частей.
8. Надёжность систем и показатели её характеризующие
9. Особенности распределения для внезапно отказывающихся объектов.
10. Взаимосвязь показателей безотказности.

Практические задания

11. Оценить надёжность изнашиваемого подшипника, используя закон надёжности Вейбулла.
12. Оценить надёжность изнашиваемого ролика рольганга, используя экспоненциальный закон надёжности.
13. Определить гарантированное количество запасных частей для обеспечения надёжности рольганга
14. Оценить надёжность изнашиваемой направляющей скольжения, используя нормальный закон надёжности .

Задания на решение задач из профессиональной области:

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.

Задача № 2 По плану испытаний [NUN] получены наработки вкладышей универсального шпинделя: 54,32,96,75,60,38,42,79,55,63. Найти вероятность отказа $Q(t = 20(\text{сут}))$ и необходимое количество вкладышей на этот период времени.

Задача № 3 Нарботки роликов секции транспортного рольганга, включающей 10 роликов, описываются распределением с параметрами: $a = 290$ (сут), $b = 2$. В межремонтный период $[0, t = 60$ (сут)] отказов не было. Какова вероятность отказа

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

Задача № 4 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.

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 $[0, 30(\text{сут})]$, вероятность и интенсивность отказа в момент времени $t = 25$ (сут).

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.

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.

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.

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 $[0, 30(\text{сут})]$.

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.

Задача № 11 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 $[U]=0,15\text{мм}$. Найти среднее и гарантированное количество вкладышей на 1 месяц.

Задача № 12 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.

Задача № 13 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 № 14 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 № 15 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.