

ВФ НИТУ «МИСИС»
 от «25» мая 2023г.
 протокол № 7-23

Рабочая программа дисциплины (модуля) **Надежность технологических машин**

Закреплена за кафедрой	Технологии и оборудования обработки металлов давлением
Направление подготовки	15.03.02 Технологические машины и оборудование
Профиль	Инжиниринг технологического оборудования
Квалификация	бакалавр
Форма обучения	заочная
Общая трудоемкость	3 ЗЕТ
Часов по учебному плану	108 Формы контроля в семестрах:
в том числе:	зачет с оценкой 8
аудиторные занятия	8
самостоятельная работа	98

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	8 (4.2)		Итого			
	УП	РП	УП	РП		
Неделя	19					
Вид занятий	УП	РП	УП	РП		
Лекции	4	4	4	4		
Практические	4		4		4	4
Контроль самостоятельной работы	2	2	2	2		
Итого ауд.	8	8	8	8		
Контактная	10		10		10	10
Сам. работа	98		98		98	98
Итого	108	108	108	108		

УП: MO-23 ЗО.plx

стр. 2

Программу составил(и):
д.т.н., Проф., Романцев Б.А.

Рабочая программа
Надежность технологических машин
 Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование (приказ от 25.11.2021 г. № 465 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

15.03.02 Технологические машины и оборудование, МО-23 ЗО.plx Инжиниринг технологического оборудования, утвержденного Ученым советом ВФ НИТУ "МИСиС" 29.12.2022, протокол № 5-22

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Технологии и оборудования обработки металлов давлением

Протокол от 23.05.2023 г., №9

Зав. кафедрой Горбатюк С.М.

УП: МО-23 ЗО.plx

стр. 3

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ	
1.1	Ознакомить с теорией надёжности и диагностике механического оборудования.
1.2	Научить методике анализа эксплуатационных свойств деталей, узлов и механизмов металлургических машин и агрегатов, а также выбору методов и способов восстановления работоспособности прокатного оборудования.
2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.О
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Инжиниринг гидропривода технологических машин
2.1.2	Инжиниринг оборудования для обработки материалов
2.1.3	Инжиниринг подъемно-транспортных машин
2.1.4	Научно-исследовательская работа
2.1.5	Оборудование современных металлургических производств
2.1.6	Эксплуатационная практика
2.1.7	Высокотехнологичные комплексы обработки материалов
2.1.8	Проектирование металлургических цехов
2.1.9	Научно-исследовательская работа
2.1.10	Экспериментальные методы исследования машин
2.1.11	Математика
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Деформационные модули
2.2.2	Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты ВКР
2.2.3	Преддипломная практика
2.2.4	Эксплуатация и ремонт машин и агрегатов
3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ	
ОПК-12: Способен обеспечивать повышение надежности технологических машин и оборудования на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации	
ОПК-12.2: Применяет методы изготовления и эксплуатации машин и оборудования с обеспечением требований надёжности	
Знать:	
ОПК-12.2-31 методы эксплуатации машин и оборудования с обеспечением требований надёжности	
ОПК-11: Способен применять методы контроля качества технологических машин и оборудования, проводить анализ причин нарушений их работоспособности и разрабатывать мероприятия по их предупреждению	
ОПК-11.2: Применяет методы оценки надежности оборудования с учетом возможных видов износа деталей и их предупреждения	
Знать:	
ОПК-11.2-31 методы оценки надежности оборудования с учетом возможных видов износа деталей и их предупреждения	

ОПК-11.1: Применяет методы контроля качества, стандартизации и сертификации технологических машин и оборудования
Знать:
ОПК-11.1-31 методы контроля качества, стандартизации и сертификации технологических машин и оборудования
ОПК-12: Способен обеспечивать повышение надежности технологических машин и оборудования на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации
ОПК-12.1: Применяет методы проектирования с учётом надёжности работы оборудования
Знать:
ОПК-12.1-31 методы проектирования с учётом надёжности работы оборудования
ОПК-11: Способен применять методы контроля качества технологических машин и оборудования, проводить анализ причин нарушений их работоспособности и разрабатывать мероприятия по их предупреждению

ОПК-11.3: Проводит анализ работоспособности и выхода из строя технологических машин и оборудования
Знать:
ОПК-11.3-31 анализ работоспособности технологических машин и оборудования
ОПК-11.2: Применяет методы оценки надежности оборудования с учетом возможных видов износа деталей и их предупреждения
Уметь:
ОПК-11.2-У1 применять методы оценки надежности оборудования с учетом возможных видов износа деталей и их предупреждения
ОПК-11.3: Проводит анализ работоспособности и выхода из строя технологических машин и оборудования
Уметь:
ОПК-11.3-У1 проводит анализ работоспособности и выхода из строя технологических машин и оборудования
ОПК-11.1: Применяет методы контроля качества, стандартизации и сертификации технологических машин и оборудования
Уметь:
ОПК-11.1-У1 применять методы контроля качества, стандартизации и сертификации технологических машин и оборудования
ОПК-12: Способен обеспечивать повышение надежности технологических машин и оборудования на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации
ОПК-12.2: Применяет методы изготовления и эксплуатации машин и оборудования с обеспечением требований надёжности
Уметь:
ОПК-12.2-У1 применять методы эксплуатации машин и оборудования с обеспечением требований надёжности
ОПК-12.1: Применяет методы проектирования с учётом надёжности работы оборудования
Уметь:
ОПК-12.1-У1 применять методы проектирования с учётом надёжности работы оборудования
Владеть:
ОПК-12.1-В1 методами проектирования с учётом надёжности работы оборудования
ОПК-11: Способен применять методы контроля качества технологических машин и оборудования, проводить анализ причин нарушений их работоспособности и разрабатывать мероприятия по их предупреждению
ОПК-11.3: Проводит анализ работоспособности и выхода из строя технологических машин и оборудования
Владеть:
ОПК-11.3-В1 методами анализа работоспособности и выхода из строя технологических машин и оборудования
ОПК-11.1: Применяет методы контроля качества, стандартизации и сертификации технологических машин и оборудования
Владеть:
ОПК-11.1-В1 методами контроля качества, стандартизации и сертификации технологических машин и оборудования
ОПК-12: Способен обеспечивать повышение надежности технологических машин и оборудования на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации

ОПК-12.2: Применяет методы изготовления и эксплуатации машин и оборудования с обеспечением требований надёжности
Владеть:
ОПК-12.2-В1 методами эксплуатации машин и оборудования с обеспечением требований надёжности
ОПК-11: Способен применять методы контроля качества технологических машин и оборудования, проводить анализ причин нарушений их работоспособности и разрабатывать мероприятия по их предупреждению
ОПК-11.2: Применяет методы оценки надёжности оборудования с учетом возможных видов износа деталей и их предупреждения
Владеть:
ОПК-11.2-В1 методами оценки надёжности оборудования с учетом возможных видов износа деталей и их предупреждения

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ						
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература и эл. ресурсы	Примечание
	Раздел 1. Основы теории надёжности					
1.1	Система ГОСТ-ов регламентирующих надёжность в технике. Структура оборудования: объект, элемент, система, подсистема. Надёжность: терминология, понятия и определения. Безотказность, готовность, ремонтпригодность, долговечность, восстанавливаемость, сохраняемость. Показатели надёжности: наработка, ресурс, срок службы, срок сохраняемости, время восстановления и др. RCM (Reliability Centered Maintenance) – техническое обслуживание, ориентированное на обеспечение надёжности оборудования. /Лек/	8	1	ОПК-12.2 ОПК-12.1 ОПК-11.2 ОПК-11.1 ОПК-11.3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.3	
1.2	Отказ, дефект, повреждение - виды, определения. Распределение отказов на жизненном цикле оборудования (6 видов). Методы определения коренных причин возникновения отказов /Лек/	8	1	ОПК-12.2 ОПК-12.1 ОПК-11.2 ОПК-11.1 ОПК-11.3	Л1.1 Л1.2	
1.3	Расчёт показателей надёжности (единичные и комплексные) /Пр/	8	1	ОПК-12.2 ОПК-12.1 ОПК-11.2 ОПК-11.1 ОПК-11.3	Л1.1Л3.1 Л3.3	
1.4	Работа с литературой и конспектом лекций. Выполнение домашних заданий. /Ср/	8	29	ОПК-12.2 ОПК-12.1 ОПК-11.2 ОПК-11.1 ОПК-11.3	Л1.1Л3.1 Л3.3	
	Раздел 2. Расчёт надёжности металлургического оборудования					
2.1	Методики определения надёжности элементов и систем оборудования. Законы распределения наработки до отказа. /Лек/	8	1	ОПК-12.2 ОПК-12.1 ОПК-11.2 ОПК-11.1 ОПК-11.3	Л1.1Л2.2Л3.2 Л3.4 Л3.5	
2.2	Расчёт надёжности в зависимости от распределения прочности и нагрузки /Пр/	8	1	ОПК-12.2 ОПК-12.1 ОПК-11.2 ОПК-11.1 ОПК-11.3	Л1.2Л2.2Л3.2 Л3.4	
2.3	Работа с литературой и конспектом лекций. Выполнение домашних заданий. /Ср/	8	25	ОПК-12.2 ОПК-12.1 ОПК-11.2 ОПК-11.1 ОПК-11.3	Л1.1 Л1.2Л2.2Л3.2 Л3.4	

	Раздел 3. Обеспечение надёжности оборудования					
3.1	Обеспечение базовой и эксплуатационной надёжности. Анализ критичности оборудования (АСА). Р-Ф интервал. Анализ видов, последствий и критичности отказов (FMECA / АВПКО). Стратегии обслуживания оборудования, их преимущества и недостатки. Резервирование, как способ обеспечения надёжности - виды, понятия и определения. /Лек/	8	0,5	ОПК-12.2 ОПК-12.1 ОПК-11.2 ОПК-11.1 ОПК-11.3	Л1.1 Л1.2Л3.2 Л3.4 Э1	

3.2	Определение стратегии обслуживания оборудования /Пр/	8	1	ОПК-12.2 ОПК-12.1 ОПК-11.2 ОПК-11.1 ОПК-11.3	Л1.1 Л1.2Л3.2 Л3.4 Э1	
3.3	Работа с литературой и конспектом лекций. Выполнение домашних заданий. /Ср/	8	24	ОПК-12.2 ОПК-12.1 ОПК-11.2 ОПК-11.1 ОПК-11.3	Л1.1 Л1.2Л3.2 Л3.4 Э1	
	Раздел 4. Отказы деталей, повышение их надёжности и долговечности					
4.1	Виды трения и изнашивания деталей и узлов оборудования. Износ типовых деталей: валов, осей, подшипников скольжения и качения, зубчатых и червячных передач, винтовых пар, шлицевых и шпоночных соединений. Повышение надёжности и долговечности оборудования. /Лек/	8	0,5	ОПК-12.2 ОПК-12.1 ОПК-11.2 ОПК-11.1 ОПК-11.3	Л3.3	
4.2	Расчет допустимой величины износа детали, работающей в паре трения с быстро изнашиваемой деталью /Пр/	8	1	ОПК-12.2 ОПК-12.1 ОПК-11.2 ОПК-11.1 ОПК-11.3	Л3.3	
4.3	Работа с литературой и конспектом лекций. Выполнение домашних заданий. /Ср/	8	20	ОПК-12.2 ОПК-12.1 ОПК-11.2 ОПК-11.1 ОПК-11.3	Л3.3	
5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ						
5.1. Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену (зачёту с оценкой)						

Вопросы на зачёт и текущий контроль:

1. Надёжность, термины и определения;
2. Система регламентирующих документов, ГОСТ-ов;
3. Структура оборудования: объект, элемент, система, подсистема;
4. Отказы оборудования, разновидности, предельные состояния оборудования;
5. Единичные показатели теории надёжности;
6. Комплексные показатели надёжности;
7. Законы распределения наработки до отказа;
8. Показатели ремонтпригодности;
9. Показатели безотказности;
10. Показатели восстановления;
11. Распределение отказов на жизненном цикле оборудования;
12. Техническое обслуживание, ориентированное на обеспечение надёжности оборудования;
13. Резервирование, как способ обеспечения надёжности;
14. Плотность вероятности отказа;
15. Нормальный закон распределения наработки до отказа;
16. Закон Вейбула распределения наработки до отказа;
17. Закон Гамма-процентного распределения наработки до отказа;
18. Экспоненциальный закон распределения наработки до отказа;
19. Обеспечение базовой надёжности;
20. Обеспечение эксплуатационной надёжности;
21. Анализ критичности оборудования;
22. R-F интервал отказа оборудования;
23. Стратегии обслуживания оборудования;
24. Условия трения на контактной поверхности металла с валками при горячей прошивке заготовок в гильзы.
25. Изнашивание и износ деталей металлургических машин.
26. Подшипники скольжения в металлургическом оборудовании. Особенности их эксплуатации.
27. Подшипники качения в металлургическом оборудовании. Особенности их эксплуатации.
28. Основные методы повышения износостойкости деталей металлургических машин.
29. Обоснуйте рациональные температурные интервалы эксплуатации системы жидкой смазки оборудования.

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (модулю, практике, НИР) - эссе, рефераты, практические и расчетно-графические работы, курсовые работы, проекты и др.

Домашнее задание разделы 1,2,3

Коллоквиум разделы 4

5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

По промежуточной аттестации предусмотрен зачёт без оценки.

Зачёт простовляется по итогам выполнения контрольных мероприятий.

5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Промежуточная аттестация по дисциплине предусмотрена в форме зачёта с оценкой

Для допуска к зачёту необходимо выполнение следующих условий:

1. Регулярное посещение лекционных и практических занятий
2. Выполнение всех предусмотренных по дисциплине контрольных мероприятий

При сдаче домашних заданий предусмотрена система оценивания по пятибальной системе.

Для успешной сдачи домашнего задания необходимо грамотно и верно ответить на 2 теоретических вопроса или 1 теоретический вопрос и пояснить методику и расчёты ДЗ.

Шкала оценивания знаний обучающихся на зачёте

Оценка «отлично» - обучающийся показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу.

Оценка «хорошо» - обучающийся показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал.

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;

Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

Оценка «не явка» – обучающийся на экзамен не явился.

Возможно проставление оценки за экзамен на основе оценок контрольных мероприятий семестра

Результат освоения компетенций (частей компетенций) устанавливается следующим образом:

Оценка «Отлично» - Компетенция сформирована.

Оценка «Хорошо» - Компетенция сформирована.

Оценка «Удовлетворительно» - Компетенция сформирована.

Оценка «Неудовлетворительно» - Компетенция не сформирована.

Критерии оценки выполнения домашнего задания:

- оценка "отлично" выставляется студенту, если он выполнил решение в полном объеме, хорошо аргументирует ход решения и применения основных расчетных формул;

- оценка "хорошо" выставляется студенту, если он выполнил решение в полном объеме с небольшими поправками, хорошо аргументирует ход решения и применения основных расчетных формул;

- оценка "удовлетворительно" выставляется студенту, если он выполнил решение по основным позициям методики с небольшими поправками, не всегда аргументирует ход решения и применения основных расчетных формул;

- оценка "неудовлетворительно" выставляется студенту, если он выполнил решение в общем виде (отдельные расчетные элементы) с поправками; не аргументирует ход решения и применения основных расчетных формул;

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Шишко В.Б. Шишко В.б., Чиченев Н.А.	Надежность технологического оборудования: учебник	Электронный каталог	Москва Изд.Дом МИСиС, 2012
Л1.2	Схиртладзе А.Г. Схиртладзе А.Г., Скрыбин В.А., Борискин В.П.	Ремонт технологических машин и оборудования: учебное пособие	Электронный каталог	Старый Оскол ТНТ, 2017

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Хромченко Ф.А. Хромченко Ф.А.	Сварочные технологии при ремонтных работах: справочное издание	Электронный каталог	Москва Интернет Инжиниринг, 2005

Л2.2	Пульбере А.И. Пульбере А.И. , Чупина Л.А., Схиртладзе А.Г., Борискин В.П.	Эксплуатация и ремонт подъёмных механизмов : монография	Электронный каталог	Старый Оскол ТНТ, 2008
------	---	---	---------------------	------------------------

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Романцев Б.А., Михайлов В.К, Галкин С.П., Каддо А.А.	Надежность, эксплуатация и ремонт металлургических машин и оборудования. Раздел 1.: Надежность металлургических машин: Учебное пособие	Методические пособия	Выкса, 2006
Л3.2	Романцев Б.А., Михайлов В.К., Галкин С.П., Каддо А.А	Надежность, эксплуатация и ремонт металлургических машин и оборудования. Раздел2: Учебное пособие	Методические пособия	Выкса, 2007
Л3.3	Самусев С.В., Лопатин А.Г.	Износ, трение и смазочные материалы.: Учебное пособие	Методические пособия	Выкса, 2008
Л3.4	Романцев Б.А., Алещенко А.С.,Пахомов В.П.	Техническое обслуживание и ремонт металлургических машин и оборудования: учебное пособие	Методические пособия	Выкса, 2017
Л3.5	Куксенова Л.И. Л.И. Куксенова, С.А. Герасимов, В.Г. Лаптева	Износостойкость конструкционных материалов: учебное пособие	Электронный каталог	Москва Изд.МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	справочник ремонт деталей металлургических машин В.И.Цеков москва металлургия 1987 г	https://lib-bkm.ru/12494
----	---	---

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	- MS Office
П.2	- LMS Canvas
П.3	- MS Teams
П.4	- ОС Windows

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru – URL: https://elibrary.ru/
И.2	Научная электронная библиотека МИСиС - URL: http://elibrary.misis.ru/login.php
И.3	Электронная библиотечная система (ЭБС) – «Университетская библиотека онлайн» открытый круглосуточный доступ через интернет с регистрацией в библиотеке и вводом пароля.- URL: http://biblioclub.ru/

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
2	Надёжность и особенности эксплуатации металлургического	компьютер, проектор, экран, интерактивная доска комплект тематических презентаций. доступ к

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

1. Посещать все виды занятий.
2. Своевременно зарегистрироваться на рекомендованные электронные ресурсы -LMS Canvas и MS Teams.
3. При возникновении любых вопросов по содержанию курса и организации работы своевременно обращаться к преподавателю (в часы очных консультаций, через MS Teams или LMS Canvas).

4. Активно работать с нормативно-правовыми базами сайтов, находящимся в открытом доступе в сети Интернет.
 5. Иметь доступ к компьютеру, подключенному к сети Интернет.
- Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей аттестации на LMS Canvas.
- Дополнительная литература (с литературой можно работать на кафедре в часы консультации и СР)