

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	<b>бакалавр</b>	
Форма обучения	<b>очная</b>	
Общая трудоемкость	<b>3 ЗЕТ</b>	
Часов по учебному плану	108	Формы контроля в семестрах:
в том числе:	зачет с оценкой 7	
аудиторные занятия	36	
самостоятельная работа	70	

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)				Итого			
	19							
Вид занятий	уп	рп	уп	рп				
Лекции	18	18	18	18				
Практические	18		18		18		18	
Контроль самостоятельной работы	2	2	2	2				
Итого ауд.	36	36	36	36				
Контактная	38		38		38		38	
Сам. работа	70		70		70		70	
<b>Итого</b>	<b>108</b>	<b>108</b>	<b>108</b>	<b>108</b>				

УИ: MO-23.plx

стр. 2

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

## 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.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.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
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
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
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
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	
<b>ОПК-12: Способен обеспечивать повышение надежности технологических машин и оборудования на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации</b>	
<b>ОПК-12.2: Применяет методы изготовления и эксплуатации машин и оборудования с обеспечением требований надёжности</b>	
<b>Знать:</b>	
ОПК-12.2-31 методы эксплуатации машин и оборудования с обеспечением требований надёжности	
<b>ОПК-11: Способен применять методы контроля качества технологических машин и оборудования, проводить анализ причин нарушений их работоспособности и разрабатывать мероприятия по их предупреждению</b>	
<b>ОПК-11.2: Применяет методы оценки надежности оборудования с учетом возможных видов износа деталей и их предупреждения</b>	
<b>Знать:</b>	

ОПК-11.2-31 методы оценки надежности оборудования с учетом возможных видов износа деталей и их предупреждения
<b>ОПК-11.1: Применяет методы контроля качества, стандартизации и сертификации технологических машин и оборудования</b>
<b>Знать:</b>
ОПК-11.1-31 методы контроля качества, стандартизации и сертификации технологических машин и оборудования
<b>ОПК-12: Способен обеспечивать повышение надежности технологических машин и оборудования на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации</b>
<b>ОПК-12.1: Применяет методы проектирования с учётом надёжности работы оборудования</b>
<b>Знать:</b>
ОПК-12.1-31 методы проектирования с учётом надёжности работы оборудования
<b>ОПК-11: Способен применять методы контроля качества технологических машин и оборудования, проводить анализ причин нарушений их работоспособности и разрабатывать мероприятия по их предупреждению</b>

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

<b>ОПК-12: Способен обеспечивать повышение надежности технологических машин и оборудования на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации</b>
<b>ОПК-12.2: Применяет методы изготовления и эксплуатации машин и оборудования с обеспечением требований надёжности</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-12.2-В1 методами эксплуатации машин и оборудования с обеспечением требований надёжности
<b>ОПК-11: Способен применять методы контроля качества технологических машин и оборудования, проводить анализ причин нарушений их работоспособности и разрабатывать мероприятия по их предупреждению</b>
<b>ОПК-11.2: Применяет методы оценки надежности оборудования с учетом возможных видов износа деталей и их предупреждения</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-11.2-В1 методами оценки надежности оборудования с учетом возможных видов износа деталей и их предупреждения

<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ</b>						
<b>Код занятия</b>	<b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>	<b>Семестр / Курс</b>	<b>Часов</b>	<b>Компетенции</b>	<b>Литература и эл. ресурсы</b>	<b>Примечание</b>
	<b>Раздел 1. Основы теории надёжности</b>					
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/	7	3	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/	7	4	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/	7	4	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/	7	20	ОПК-12.2 ОПК-12.1 ОПК-11.2 ОПК-11.1 ОПК-11.3	Л1.1Л3.1 Л3.3	
	<b>Раздел 2. Расчёт надёжности металлургического оборудования</b>					
2.1	Методики определения надёжности элементов и систем оборудования. Законы распределения наработки до отказа. /Лек/	7	3	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/	7	5	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/	7	15	ОПК-12.2 ОПК-12.1 ОПК-11.2 ОПК-11.1 ОПК-11.3	Л1.1 Л1.2Л2.2Л3.2 Л3.4	
<b>Раздел 3. Обеспечение надёжности оборудования</b>						
3.1	Обеспечение базовой и эксплуатационной надёжности. Анализ критичности оборудования (АСА). Р-Ф интервал. Анализ видов, последствий и критичности отказов (ФМЕСА / АВПКО). Стратегии обслуживания оборудования, их преимущества и недостатки. Резервирование, как способ обеспечения надёжности - виды, понятия и определения. /Лек/	7	4	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/	7	4	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/	7	20	ОПК-12.2 ОПК-12.1 ОПК-11.2 ОПК-11.1 ОПК-11.3	Л1.1 Л1.2Л3.2 Л3.4 Э1	
<b>Раздел 4. Отказы деталей, повышение их надёжности и долговечности</b>						
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/	7	4	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/	7	5	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/	7	15	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.**

УП: МО-23.plx

стр.

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	<a href="https://lib-bkm.ru/12494">https://lib-bkm.ru/12494</a>
----	---	---

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

## 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)