

Рабочая программа утверждена

решением Учёного совета  
ВФ НИТУ МИСиС  
от «26» мая 2022г.  
протокол № 7-22

## 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 **очная**  
Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**  
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	
	уп	рп		
Неделя	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 работа	38	38	38	38
Сам. работа	70	70	70	70
Итого	108	108	108	108

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-22.plx Инжиниринг технологического оборудования, утвержденного Ученым советом ВФ НИТУ "МИСиС" 25.02.2022, протокол № 5-22

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Технологии и оборудования обработки металлов давлением**

Протокол от 20.05.2022 г., №9

Зав. кафедрой Горбатюк С.М.

### 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

**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**

<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

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература и эл. ресурсы	Примечание
<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 Л3.5 Л3.6	
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 Л3.5	
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 Л3.5	
<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 (FMECA / 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 Л3.5 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 Л3.5 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 Л3.5 Э1	
<b>Раздел 4. Отказы деталей, повышение их надежности 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 надежности 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. P-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				
<b>5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)</b>				
По промежуточной аттестации предусмотрен зачёт без оценки. Зачёт простовляется по итогам выполнения контрольных мероприятий.				
<b>5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)</b>				
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;				
<b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ</b>				
<b>6.1. Рекомендуемая литература</b>				
<b>6.1.1. Основная литература</b>				
	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., Корнеева Э.Н., Макаров Б.В., Лопатин А.Г.	Эксплуатация и ремонт металлургических машин и оборудования: Учебное пособие	Методические пособия	Выкса, 2010
Л3.5	Романцев Б.А., Алещенко А.С., Пахомов В.П.	Техническое обслуживание и ремонт металлургических машин и оборудования: учебное пособие	Методические пособия	Выкса, 2017
Л3.6	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)