

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института металлургии,  
машиностроения и материалобработки  
А.С. Савинов  
«20» октября 2016 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### ОСНОВЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НАДЕЖНОСТИ ТРИБОСОПРЯЖЕНИЙ

Направление подготовки

15.03.02 Технологические машины и оборудование

Профиль программы

Металлургические машины и оборудование

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – академический бакалавриат

Форма обучения

Заочная

Институт  
Кафедра

Металлургии, машиностроения и материалобработки  
Проектирования и эксплуатации металлургических ма-  
шин и оборудования

Курс

4

Магнитогорск  
2016 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование, утвержденного приказом МОиН РФ от 20 октября 2015 г. № 1170.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры проектирования и эксплуатации металлургических машин и оборудования «05» октября 2016 г., протокол № 4


Зав. кафедрой  / А.Г. Корчунов/

Рабочая программа одобрена методической комиссией института металлургии, машиностроения и материаловедения «20» октября 2016 г., протокол № 2.

Председатель  / А.С. Савинов/

Рабочая программа составлена:

профессор, д.т.н.

 / В.П. Анзупов/

Рецензент:

гл. механик ООО НПЦ «Гальва»

 / Р.М. Аксанов/



## 1 Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Основы прогнозирования надежности трибосопряжений» являются:

- овладение достаточным уровнем общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 15.03.02 Технологические машины и оборудование;

- освоение студентами базовых терминов и определений технической диагностики, методологией прогнозирования показателей надежности трибосистем; методикой детерминистической оценки безотказности и долговечности различных трибосопряжений.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в вариативную часть блока 1 образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения математики, физики, теории машин и механизмов, сопротивления материалов, теоретической механики, детали машин

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин механическое оборудование металлургических заводов, технологические линии и комплексов металлургических цехов и успешного прохождения ГИА.

## 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-13. Умение проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт технологических машин и оборудования	
Знать	Методологию постановки и решения краевых задач теории надежности трибосопряжений
Уметь	Применять методологию постановки и решения краевых задач теории надежности трибосопряжений
Владеть	Навыками применения методологии постановки и решения краевых задач теории надежности трибосопряжений
ПК-15. Умение выбирать основные и вспомогательные материалы, способы реализации технологических процессов, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении технологических машин	
Знать	Методологию выбора конструкционных материалов трибосопряжений для повышения их работоспособности и долговечности
Уметь	Применять методологию выбора конструкционных материалов трибосопряжений для повышения их работоспособности и долговечности
Владеть	Навыками применения методологии выбора конструкционных материалов трибосопряжений для повышения их работоспособности и долговечности

#### 4 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 21,5 акад. часов:
  - аудиторная – 18 акад. часов;
  - внеаудиторная – 3,5 акад. часов
- самостоятельная работа – 113,8 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 8,7 акад. часа

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
1. Основные термины и определения диагностики и надежности трибосопряжений. Общая схема формирования износовых отказов узлов трения.	4							
1.1 Основные понятия технической диагностики		0,5	-	-	10	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	– устный опрос (собеседование)	ПК-13–зув ПК-15–зув
1.2 Основные понятия теории надежности		0,5	-	-	10	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	– устный опрос (собеседование)	ПК-13–зув ПК-15–зув
1.3 Схема формирования постепенных отказов трибосопряжений		1	-	-	10	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	– устный опрос (собеседование)	ПК-13–зув ПК-15–

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
								зуб
Итого по разделу		2	-	-	30			ПК-13–зуб ПК-15–зуб
2. Методология построения физико-математических моделей постепенных отказов трибосопряжений.							– устный опрос (собеседование)	
2.1 Вывод основного уравнения изнашивания трибосопряжений		0,5			10	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	– устный опрос (собеседование)	ПК-13–зуб ПК-15–зуб
2.2 Вывод основного уравнения изнашивания трибосопряжений в стационарных условиях нагружения		0,5			10	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	– устный опрос (собеседование)	ПК-13–зуб ПК-15–зуб
2.3 Построение стационарных моделей отказов различных узлов трения по критериям износостойкости элементов		1			10	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	– устный опрос (собеседование)	ПК-13–зуб ПК-15–зуб
Итого по разделу		2	-	-	30			ПК-13–зуб ПК-15–зуб

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в acad. часах)			Самостоятельная работа (в acad. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
3. Методика детерминистического определения показателей безотказности и долговечности трибосопряжений по критериям износостойкости								
3.1 Общая схема проектной оценки показателей надежности трибосопряжений		0,5	-	-	10	- Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	– устный опрос (собеседование)	ПК-13–зув ПК-15–зув
3.2 Графическая интерпретация определения показателей надежности трибосистем в стационарных условиях изнашивания		0,5	-	2,5	10	- Самостоятельное изучение учебной и научной литературы - Подготовка к практическому занятию	– устный опрос (собеседование)	ПК-13–зув ПК-15–зув
3.3 Прогнозирование надежности прямых пар трения		1	-	2,5	10	- Самостоятельное изучение учебной и научной литературы - Подготовка к практическому занятию	– устный опрос (собеседование)	ПК-13–зув ПК-15–зув
3.4 Прогнозирование надежности обратных пар трения		1	-	2,5	15	- Самостоятельное изучение учебной и научной литературы - Подготовка к практическому занятию	– устный опрос (собеседование)	ПК-13–зув ПК-15–зув
3.5 Проектная оценка показателей надежности стандартных пар трения		1	-	2,5	17,4	- Самостоятельное изучение учебной и научной литературы - Подготовка к практическому занятию	– устный опрос (собеседование)	ПК-13–зув ПК-15–зув

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
Итого по разделу		4	-	10	53,8			ПК-13–зуб ПК-15–зуб
<b>Итого за семестр</b>		<b>8</b>	<b>-</b>	<b>10</b>	<b>113,8</b>		-экзамен	ПК-13–зуб ПК-15–зуб
<b>Итого по дисциплине</b>		<b>8</b>	<b>-</b>	<b><math>\frac{10}{4}</math></b>	<b>113,8</b>		-экзамен	ПК-13–зуб ПК-15–зуб



## **5 Образовательные и информационные технологии**

Лекции проходят в традиционной форме. Теоретический материал на лекциях является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения. На лекциях – консультациях изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы. Практические занятия проводятся в традиционной и проблемной формах с использованием методик, изложенных в соответствующей методической литературе и параллельным решением исследовательских проблемных задач по повышению надежности деталей машин.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельное изучение учебной и научной литературы по темам разделов читаемой дисциплины заключается в освоении соответствующих разделов основной литературы.

Подготовка к практическим занятиям заключается в изучении теоретических разделов источника 1 методических указаний, оформлении отчетов по выполненным работам и к подготовке их к защите.

### **Вопросы для подготовки к экзамену.**

1. Основные термины и определения технической диагностики
2. Основные понятия теории надежности технических объектов
3. Общая концепция прогнозирования параметрической надежности технических объектов
4. Основные этапы (методология) проектной оценки надежности деталей машин.
5. Методика оценки надежности деталей машин по статическим критериям прочности.
6. Объяснить, почему при статическом подходе ресурс нагруженных элементов четко не определен.
7. Кинетическая концепция разрушения твердых тел и физический смысл разрушения структуры материалов.
8. Основное кинетическое уравнение повреждаемости деталей машин.
9. Методика оценки надежности деталей машин по кинетическим критериям прочности.
10. Термодинамическое условие разрушения нагруженных деталей машин.
11. Методика детерминистической оценки параметрической надежности трибосопряжений.
12. Методика вероятностной оценки параметрической надежности трибосопряжений.
13. Основные этапы прогнозирования надежности трибосистем в вероятностной форме.
14. Методика детерминистической оценки параметрической надежности стационарных узлов трения.
15. Вероятностный расчет показателей безотказности стационарных узлов трения.
16. Методика вероятностной оценки параметрической надежности стационарных узлов трения
17. Аналитический расчет показателей безотказности стационарных узлов трения.
18. Основные этапы прогнозирования надежности трибосистем в детерминистической форме.

## 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
ПК-13. Умение проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт технологических машин и оборудования		
Знать	Методологию постановки и решения краевых задач теории надежности технических объектов	<p><b>Вопросы для подготовки к экзамену.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные термины и определения технической диагностики</li> <li>2. Основные понятия теории надежности технических объектов</li> <li>3. Общая концепция прогнозирования параметрической надежности технических объектов</li> <li>4. Основные этапы (методология) проектной оценки надежности деталей машин.</li> <li>5. Методика оценки надежности деталей машин по статическим критериям прочности.</li> <li>6. Объяснить, почему при статическом подходе ресурс нагруженных элементов четко не определен.</li> <li>7. Кинетическая концепция разрушения твердых тел и физический смысл разрушения структуры материалов.</li> <li>8. Основное кинетическое уравнение повреждаемости деталей машин.</li> <li>9. Методика оценки надежности деталей машин по кинетическим критериям прочности.</li> <li>10. Термодинамическое условие разрушения нагруженных деталей машин.</li> </ol>
Уметь	Применять методологию постановки и решения краевых задач теории надежности технических объектов	<p><b>Практические задания.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Рассчитать запас работоспособности и ресурс стержня, подверженного статическому растяжению.</li> <li>2. Рассчитать запас работоспособности и ресурс стержня, подверженного статическому сдвигу.</li> <li>3. Рассчитать запас работоспособности и ресурс стержня, подверженного, подверженному статическому изгибу.</li> <li>4. Рассчитать запас работоспособности и ресурс стержня, подверженного, подвер-</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>женному статическому кручению.</p> <p>5. Рассчитать запас работоспособности и ресурс стержня, подверженного статическому сложному нагружению.</p>
Владеть	Навыками применения методологии постановки и решения краевых задач теории надежности технических объектов	<p><b>Практическое задание.</b> Изучить технологию и провести техническое диагностирование оборудования прокатного отделения ЛПЦ-10 ОАО «ММК»:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- изучить и описать назначение, сортамент и общую характеристику ЛПЦ-10;</li> <li>- описать технологический процесс прокатки на стане;</li> <li>- изучить и описать состав, устройство и работу основных механических объектов прокатного отделения ЛПЦ-10;</li> <li>- провести рабочее техническое диагностирование механического оборудования прокатного отделения ЛПЦ-10;</li> <li>- сделать общий вывод о состоянии оборудования;</li> <li>- выбрать наименее работоспособный привод для аналитического контроля и оценки надежности его элементов.</li> </ul>
ПК-15. Умение выбирать основные и вспомогательные материалы, способы реализации технологических процессов, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении технологических машин		
Знать	Методологию выбора конструкционных материалов деталей машин для повышения их работоспособности и долговечности	<p><b>Вопросы для подготовки к экзамену.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Методика детерминистической оценки параметрической надежности трибосопряжений.</li> <li>2. Методика вероятностной оценки параметрической надежности трибосопряжений.</li> <li>3. Основные этапы прогнозирования надежности трибосистем в вероятностной форме.</li> <li>4. Методика детерминистической оценки параметрической надежности стационарных узлов трения.</li> <li>5. Вероятностный расчет показателей безотказности стационарных узлов трения.</li> <li>6. Методика вероятностной оценки параметрической надежности стационарных узлов трения</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		7. Аналитический расчет показателей безотказности стационарных узлов трения. 8. Основные этапы прогнозирования надежности трибосистем в детерминистической форме.
Уметь	Применять методологию выбора конструкционных материалов деталей машин для повышения их работоспособности и долговечности	<b>Практические задания.</b> 1. Рассчитать запас работоспособности и ресурс стержня, подверженного циклическому растяжению - сжатию. 2. Рассчитать запас работоспособности и ресурс стержня, подверженного циклическому изгибу. 3. Рассчитать запас работоспособности и ресурс стержня, подверженного циклическому кручению. 4. Рассчитать запас работоспособности и ресурс стержня, подверженного циклическому сдвигу 5. Рассчитать запас работоспособности и ресурс стержня, подверженного циклическому сложному нагружению.
Владеть	Навыками применения методологии выбора конструкционных материалов деталей машин для повышения их работоспособности и долговечности	<b>Практическое задание.</b> Выполнить аналитический контроль и оценить надежность деталей и узлов рабочих валков 4-й клетки оборудования прокатного отделения ЛПЦ-10 ОАО «ММК»: <ul style="list-style-type: none"> <li>- изучить конструкцию, выполнить кинематическую схему и определить условия нагружения привода;</li> <li>- определить вид состояния и оценить надежность деталей и узлов выбранного привода по критериям работоспособности;</li> <li>- сделать заключение о техническом состоянии привода с точки зрения его работоспособности.</li> </ul> Подвести итог выполненной работы в виде краткого обобщения результатов работы.

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 1 теоретический вопрос и одно практическое задание.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

– 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. Обучающийся правильно и самостоятельно отвечает на поставленный в билете вопрос, способен ответить на дополнительные вопросы по общему содержанию дисциплины, показывает умение применять эти знания на практике

– 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. Обучающийся правильно и самостоятельно отвечает на поставленный в билете вопрос, частично отвечает на дополнительные вопросы по общему содержанию дисциплины.

– 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. Обучающийся правильно отвечает на поставленный в билете вопрос только с помощью наводящих вопросов.

– 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.

## 8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### а) Основная литература:

1. 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: 23.10.2020). - 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: 23.10.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9967-0534-4. - Имеется печатный аналог.
2. 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: 23.10.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.

### в) Методические указания:

1. Оценка ресурса деталей и узлов металлургических машин на стадии их проектирования и эксплуатации: учеб. пособие /А.В. Анцупов (мл.), М.Г. Слободянский, В.П. Анцупов, А.В. Анцупов. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2018. – 211с.
2. Основы проектной оценки долговечности металлургического оборудования на примере расчета ресурса пластинчатого питателя агломерационной фабрики: учеб. пособие /В.П. Анцупов, М.Г. Слободянский, А.В. Анцупов (мл.), А.В. Анцупов. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2018. – 198с.

### 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
7Zip	свободно распространяе-	бессрочно
FAR Manager	свободно распро-	бессрочно

#### Перечень необходимых Интернет-ресурсов:

1. Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ). – URL: <https://elibrary.ru/>
2. Поисковая система Академия Google (Google Scholar). – URL: <https://scholar.google.com/>

3. Информационная система – Единое окно доступа к информационным ресурсам. – URL: <http://window.edu.ru/>
4. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности». – URL: <https://www1.fips.ru/>
5. Образовательный портал ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова» <http://lms.magtu.ru>
6. Российская Государственная библиотека. Каталоги <https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/>
7. Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science» <http://webofscience.com>
8. Международная база научных материалов в области физических наук и инжиниринга SpringerMaterials <http://materials.springer.com/>
9. Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Springer Nature» <https://www.nature.com/siteindex>
10. Архив научных журналов «Национальный электронно-информационный конкорциум» (НП НЭИКОН) <https://archive.neicon.ru/xmlui/>
11. Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС» <https://dlib.eastview.com/>

### 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Аудитория для лекционных занятий	Мультимедийные средства хранения, передачи и предоставления информации. Видеоролики (прилагаются)
Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Наглядные материалы и учебные модели для выполнения практических работ: Персональные компьютеры с пакетом MS Office, КОМПАС 3D V16, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Лаборатория кафедры	Макеты металлургического оборудования.
Лаборатория сварки	Оборудование для выполнения наплавки под флюсом
	Оборудование для выполнения ручной дуговой наплавки
	Оборудование для изготовления наплавочной порошковой проволоки
	Оборудование для газовой наплавки
Помещения для самостоятельной работы обучающихся	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, КОМПАС 3D V16, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Стеллажи для хранения учебного оборудования. Шкафы для хранения учебно-методической документации, учебного оборудования и учебно-наглядных пособий.

*Лекционный зал, оборудованный современной презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук).*

*Компьютерные классы, оборудованные современной техникой и мебелью для проведения практических занятий. Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Интернет и электронную информационно-образовательную среду университета.*