



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



УТВЕРЖДАЮ

Директор ИММиМ

А.С. Савинов

04.02.2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ОСНОВЫ ТЕОРИИ ТРЕНИЯ И ИЗНАШИВАНИЯ***

Направление подготовки (специальность)

15.03.02 Технологические машины и оборудование

Направленность (профиль/специализация) программы

Металлургические машины и оборудование

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения

заочная

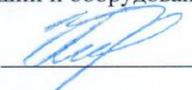
Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалообработки
Кафедра	Проектирования и эксплуатации металлургических машин и оборудования
Курс	4

Магнитогорск

2025 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование (приказ Минобрнауки России от 09.08.2021 г. № 728)

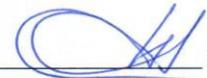
Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Проектирования и эксплуатации металлургических машин и оборудования 27.01.2025, протокол № 3

Зав. кафедрой  А.Г. Корчунов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ 04.02.2025 г. протокол № 4

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:  
доцент ПиЭММиО, канд.техн.наук  М.Г. Слободянский

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 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Проектирования и эксплуатации

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

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.Г. Корчунов

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Проектирования и эксплуатации

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.Г. Корчунов

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Проектирования и эксплуатации

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.Г. Корчунов

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2030 - 2031 учебном году на заседании кафедры Проектирования и эксплуатации

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.Г. Корчунов

## **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целями освоения дисциплины являются:

1. Формирование у студентов системы знаний по проблемам трения, износа и смазки деталей и узлов автотранспорта.
2. Овладение основными принципами трибологических закономерностей для решения конкретных конструкторских, технологических и эксплуатационных задач, связанных с трением, износом и смазкой в машинах и механизмах.
3. Формирование знаний по выбору новых эффективных триботехнических материалов пар трения с целью сознательного управления их фрикционным поведением.
4. Приобретение навыков решения практических задач по определению показателей износостойкости трибоэлементов, подбору смазочных материалов и выбору эффективного способа повышения износостойкости деталей и узлов машин.
5. Овладение достаточным уровнем общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

## **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Основы теории трения и изнашивания входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Гидравлическое оборудование металлургических заводов  
Восстановление и упрочнение деталей машин  
Основы диагностики и надежности деталей машин  
Основы научных исследований  
Динамика и прочность технологических машин  
Динамические расчеты машин и механизмов  
Технологические линии и комплексы металлургических цехов  
Технология конструкционных материалов  
Детали машин  
Проектная деятельность  
Физика  
Начертательная геометрия и компьютерная графика  
Химия  
Теоретическая механика  
Сопrotивление материалов  
Теория машин и механизмов  
Машиностроительные материалы

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Монтаж, эксплуатация и ремонт металлургических машин и оборудования  
Безопасность жизнедеятельности  
Проектная оценка надежности технических объектов  
Металлургические подъемно-транспортные машины  
Механическое оборудование аглодоменного производства  
Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена  
Производственная – преддипломная практика  
Производственная - технологическая (проектно-технологическая) практика

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Основы теории трения и изнашивания» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-3	Способен проводить анализ технического состояния основного и вспомогательного металлургического оборудования на основе проведенных осмотров и диагностики
ПК-3.1	Оценивает техническое состояние электрической части металлургического оборудования по результатам осмотров и диагностики
ПК-5	Способен проверять техническое состояние и остаточный ресурс металлургического оборудования и организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт
ПК-5.1	Осуществляет организацию осмотров и текущих ремонтов металлургического оборудования и определяет их остаточный ресурс

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 8,1 акад. часов;
- аудиторная – 8 акад. часов;
- внеаудиторная – 0,1 акад. часов;
- самостоятельная работа – 96 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет с оценкой

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Введение в дисциплину								
1.1 Основные понятия, термины и определения	4			0,5		Самостоятельное изучение литературы	Устный опрос	
Итого по разделу				0,5				
2. Контактное взаимодействие поверхностей твердых тел								
2.1 Характеристики микрогеометрии поверхностей	4			2	2	Подготовка к лабораторной работе Подготовка к тестированию	Лабораторная работа Тестирование	
2.2 Контакт волнистых и шероховатых тел				2		Подготовка к лабораторной работе Подготовка к тестированию	Лабораторная работа Тестирование	
Итого по разделу				4	2			
3. Фрикционное взаимодействие и изнашивание твердых тел								
3.1 Виды изнашивания	4				2	Подготовка к тестированию	Тестирование	
3.2 Характеристики изнашивания				3,5	27	Подготовка к практической работе	Практические работы	
Итого по разделу				3,5	29			
4. Современные подходы к моделированию процессов трения и изнашивания элементов трибосистем								
4.1 Молекулярно-механическая теория трения	4				40	Самостоятельное изучение литературы	Устный опрос	

4.2 Структурно-энергетическая теория трения и изнашивания	4				2	Самостоятельное изучение литературы	Устный опрос	
Итого по разделу					42			
5. Способы повышения износостойкости поверхностей трения элементов трибосопряжений								
5.1 Способы повышения износостойкости поверхностей трения элементов трибосопряжений	4				20	Самостоятельное изучение литературы	Устный опрос	
Итого по разделу					20			
6. Смазка и смазочные материалы								
6.1 Смазка и смазочные материалы	4				3	Самостоятельное изучение литературы	Устный опрос	
Итого по разделу					3			
Итого за семестр				8	96		зао	
Итого по дисциплине				8	96		зачет с оценкой	

## **5 Образовательные технологии**

Для усвоения студентами знаний по дисциплине «Триботехника» применяются традиционная технология обучения, включающая в себя объяснения преподавателя на лекциях, самостоятельную работу с учебной и справочной литературой, работу на практических занятиях и т.п.

В ходе изложения лекционного материала используются презентации, плакаты по теме занятий, наглядные пособия. На занятиях студенты выполняют задания на изучение в рамках программы курса тем и проблем, не выносимых на лекции и практические занятия; заполняют вслед за преподавателем схемы, таблицы по изучаемой тематике; приводят собственные примеры, очевидно подтверждающие излагаемый материал.

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Основы теории трения и изнашивания» используются специализированные интерактивные технологии:

- Лекция «обратной связи» – лекция-беседа, лекция-дискуссия.
- Семинар-дискуссия – коллективное обсуждение какого-либо спорного вопроса, проблемы, выявление мнений в группе (межгрупповой диалог, дискуссия как спор-диалог).

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

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **а) Основная литература:**

1. Жиркин, Ю. В. Основы теории трения и изнашивания (основы триботехники): учебное пособие / Ю. В. Жиркин. - 2-е изд., подгот. по печ. изд. 2007 г. - Магнитогорск: МГТУ, 2011. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=985.pdf&show=dcatalogues/1/119119/985.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Износостойкие хромистые чугуны для литого режущего инструмента: монография [электронный ресурс] / [А. Н. Емельюшин, Д. А. Мирзаев, Н. М. Мирзаева и др.]; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2725.pdf&show=dcatalogues/1/1132093/2725.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст: электронный.

2. Быченин А.П., Володько О.С. Триботехника и триботехнологии: учебное пособие [электронный ресурс] / А.П. Быченин, О.С. Володько // Самарский государственный аграрный университет. 2018. – URL: <https://e.lanbook.com/book/109458>

3. Основы диагностики и надежности технических объектов : учебное пособие / В. П. Анцупов, А. Г. Корчунов, А. В. Анцупов (мл.), А. В. Анцупов ; МГТУ, [каф. MOM3]. - 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: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный

**в) Методические указания:**

1. Жиркин Ю.В., Мироненков Е.И. Лабораторный практикум по дисциплине «Основы теории трения и изнашивания» для студентов направлений 150400.62, 151000.62. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск, гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. 25 с.

2. Жиркин Ю.В. Основы теории трения и изнашивания: Методические указания для практических занятий. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова», 2008, 16 с.

3. Жиркин, Ю. В. Основы трибологии: практикум / Ю. В. Жиркин; МГТУ. - Магнитогорск: МГТУ, 2018. – 51 с.: ил., табл., схемы. - ISBN 978-5-9967-1164-2. –URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3642.pdf&show=dcatalogues/1/1524717/3642.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст: электронный.

**г) 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 распространяемое ПО	бессрочно
STATISTICA v.6	К-139-08 от 22.12.2008	бессрочно

APM WinMachine 2010	Д-262-12 от 15.02.2012	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Autodesk AutoCad Mechanical 2011 Master Suite	К-526-11 от 22.11.2011	бессрочно
Autodesk Inventor Professional 2011 Master Suite	К-526-11 от 22.11.2011	бессрочно
Autodesk Simulation Multiphysics 2011 Master Suite	К-526-11 от 22.11.2011	бессрочно
АСКОН Компас v21-22	Д-1082-22 от 01.12.2022	бессрочно

#### **Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="https://host.megaprolib.net/MP0109/Web">https://host.megaprolib.net/MP0109/Web</a>
Информационная система - Нормативные правовые акты, организационно-распорядительные документы, нормативные и методические документы и подготовленные проекты документов по технической защите информации ФСТЭК России	<a href="https://fstec.ru/tekhnicheskaya-zashchita-informatsii/dokumenty-tzi?ysclid=lujknksfy724757053">https://fstec.ru/tekhnicheskaya-zashchita-informatsii/dokumenty-tzi?ysclid=lujknksfy724757053</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>

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

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа  
Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ  
Лабораторные установки, измерительные приборы и инструменты для  
выполнения лабораторных работ:

Профилометр Mitutoyo Surftest SJ-210.

– Установка по исследованию величины коэффициента трения ТММ-32А.

– Машина Арчарда.

– Измерительный инструмент (микрометр, штангенциркуль).

– Машина трения СМТ-1.

Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и  
индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации  
Доска, мультимедийный проектор, экран

Помещения для самостоятельной работы обучающихся  
Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в интернет и с  
доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного  
оборудования

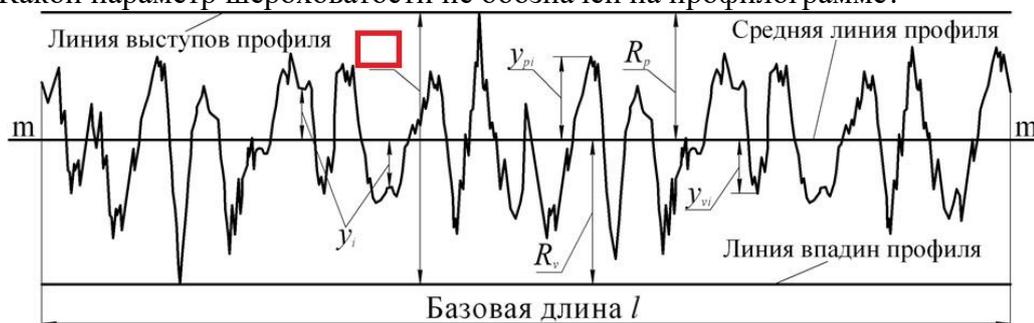
Стеллажи для хранения учебно-наглядных пособий и учебно-методической  
документации.

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

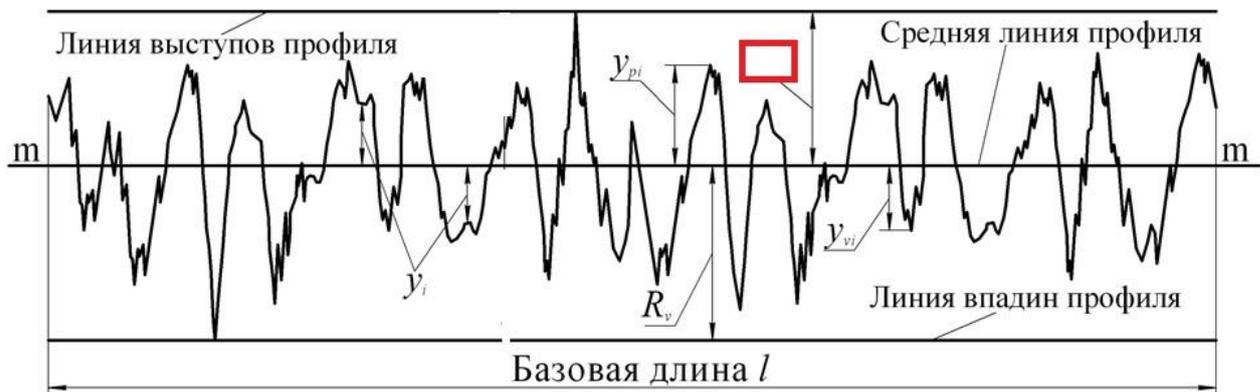
*Вопросы для проведения тестирования на тему «Характеристики микрогеометрии поверхностей»:*

1. Параметр  $R_{\max}$ 
  - 1.1. Максимальная высота профиля микронеровностей
  - 1.2. Высота неровностей профиля по десяти точкам
  - 1.3. Среднее арифметическое отклонение профиля
  - 1.4. Среднее квадратическое отклонение профиля
  - 1.5. Высота наибольшего выступа профиля
  
2. Параметр  $R_p$ 
  - 2.1. Максимальная высота профиля микронеровностей
  - 2.2. Высота неровностей профиля по десяти точкам
  - 2.3. Среднее арифметическое отклонение профиля
  - 2.4. Среднее квадратическое отклонение профиля
  - 2.5. Высота наибольшего выступа профиля
  
3. Параметр  $R_v$ 
  - 3.1. Максимальная высота профиля микронеровностей
  - 3.2. Высота неровностей профиля по десяти точкам
  - 3.3. Среднее арифметическое отклонение профиля
  - 3.4. Среднее квадратическое отклонение профиля
  - 3.5. Глубина наибольшей впадины профиля
  
4. Параметр  $R_z$ 
  - 4.1. Максимальная высота профиля микронеровностей
  - 4.2. Высота неровностей профиля по десяти точкам
  - 4.3. Среднее арифметическое отклонение профиля
  - 4.4. Среднее квадратическое отклонение профиля
  - 4.5. Высота наибольшего выступа профиля

5. Какой параметр шероховатости не обозначен на профилограмме?

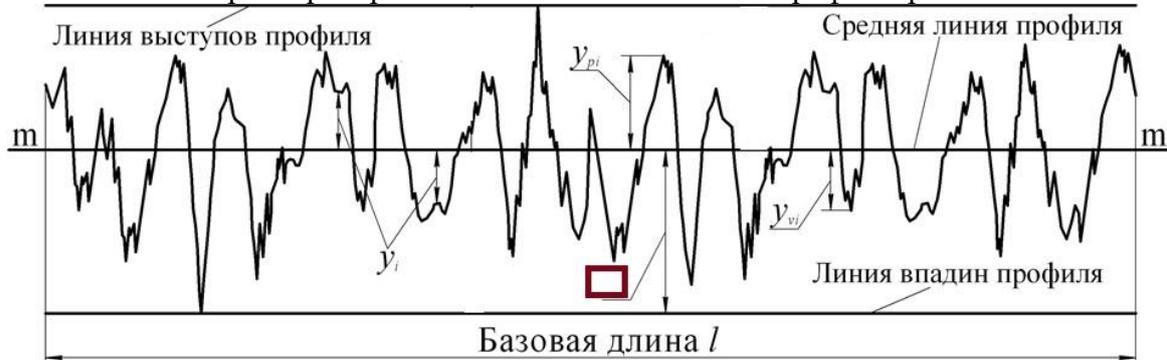


- 5.1. Максимальная высота профиля микронеровностей
  - 5.2. Высота неровностей профиля по десяти точкам
  - 5.3. Среднее арифметическое отклонение профиля
  - 5.4. Среднее квадратическое отклонение профиля
  - 5.5. Высота наибольшего выступа профиля
6. Какой параметр шероховатости не обозначен на профилограмме?



- 6.1. Максимальная высота профиля микронеровностей
- 6.2. Высота неровностей профиля по десяти точкам
- 6.3. Глубина наибольшей впадины профиля
- 6.4. Среднее арифметическое отклонение профиля
- 6.5. Среднее квадратическое отклонение профиля
- 6.6. Высота наибольшего выступа профиля

7. Какой параметр шероховатости не обозначен на профилограмме?



- 7.1. Максимальная высота профиля микронеровностей
- 7.2. Высота неровностей профиля по десяти точкам
- 7.3. Глубина наибольшей впадины профиля
- 7.4. Среднее арифметическое отклонение профиля
- 7.5. Среднее квадратическое отклонение профиля
- 7.6. Высота наибольшего выступа профиля

*Вопросы для проведения тестирования на тему «Контакт волнистых и шероховатых тел»:*

1. Внешнее трение это
  - a) Сопротивление между телами препятствующее их перемещению.
  - b) Сила сопротивления движению тел относительно друг другу.
  - c) Явление сопротивления относительному перемещению, возникающее между двумя телами в зонах соприкосновения поверхностей по касательным к ним.
2. Изнашивание это
  - a) Процесс разрушения и отделения материала с поверхности твердого тела и (или) увеличения его остаточной деформации при трении, проявляющийся в постепенном изменении размеров и (или) формы тела.
  - b) Процесс разрушения поверхностного слоя двух тел.
  - c) Явление сопротивления перемещению тел относительно друг другу.
3. Износ это

- a) Результат изнашивания, определяемый в установленных единицах.
  - b) Масса, потерянная телами в результате процесса изнашивания.
  - c) Изменение геометрических размеров тел, перемещаемых относительно друг друга.
4. Износостойкость это
- a) Сопротивление материала процессу изнашивания.
  - b) Свойство материала оказывать сопротивление изнашиванию в определенных условиях трения, оцениваемое величиной, обратной скорости изнашивания или интенсивности изнашивания.
  - c) Явление сопротивления материалов трибоэлементов процессу изнашивания при фрикционном взаимодействии.
5. Составляющие трибологической системы в общем случае
- a) Два тела, окружающая среда и смазочный материал
  - b) Два тела и смазочный материал
  - c) Два тела и окружающая среда
  - d) Два тела
6. Чем обусловлена фактическая площадь контакта двух твердых тел?
- a) Волнистостью поверхностей.
  - b) Номинальными размерами наименьшего из тел.
  - c) Деформированием микронеровностей поверхностного слоя тел.
7. Чем обусловлена контурная площадь контакта двух твердых тел?
- a) Деформированием волнистости поверхностей.
  - b) Номинальными размерами наименьшего из тел.
  - c) Деформированием микронеровностей поверхностного слоя тел.
8. Чем обусловлена номинальная площадь контакта двух твердых тел?
- a) Деформированием волнистости поверхностей.
  - b) Номинальными размерами наименьшего из тел.
  - c) Деформированием микронеровностей поверхностного слоя тел.
9. Трение качения.
- a) Трение двух тел при наличии на поверхности трения введённого смазочного материала любого вида.
  - b) Трение движения, при котором скорости соприкасающихся тел одинаковы по значению и направлению, по крайней мере в одной точке зоны контакта.
  - c) Трение движения, при котором скорости тел в точке касания различны по значению и направлению.
  - d) Трение двух тел при микросмещениях без макросмещения.
  - e) Трение двух тел при отсутствии на поверхности трения введенного смазочного материала любого вида.
  - f) Трение двух тел, находящихся в движении относительно друг друга.
10. Трение движения.
- a) Трение двух тел при наличии на поверхности трения введённого смазочного материала любого вида.
  - b) Трение движения, при котором скорости соприкасающихся тел одинаковы по значению и направлению, по крайней мере в одной точке зоны контакта.
  - c) Трение движения, при котором скорости тел в точке касания различны по значению и направлению.

- d) Трение двух тел при микросмещениях без макросмещения.
- e) Трение двух тел при отсутствии на поверхности трения введенного смазочного материала любого вида.
- f) Трение двух тел, находящихся в движении относительно друг друга.

11. Трение скольжения.

- a) Трение двух тел при наличии на поверхности трения введенного смазочного материала любого вида.
- b) Трение движения, при котором скорости соприкасающихся тел одинаковы по значению и направлению, по крайней мере в одной точке зоны контакта.
- c) Трение движения, при котором скорости тел в точке касания различны по значению и направлению.
- d) Трение двух тел при микросмещениях без макросмещения.
- e) Трение двух тел при отсутствии на поверхности трения введенного смазочного материала любого вида.
- f) Трение двух тел, находящихся в движении относительно друг друга.

*Вопросы для проведения тестирования на тему «Виды изнашивания»:*

1. Абразивное изнашивание.

- a) Изнашивание в результате механических воздействий.
- b) Механическое изнашивание материала в результате режущего или царапающего действия твердых тел или твердых частиц.
- c) Изнашивание поверхности в результате воздействия потока жидкости.
- d) Абразивное изнашивание в результате действия твердых тел или твердых частиц, увлекаемых потоком жидкости.
- e) Механическое изнашивание в результате усталостного разрушения при повторном деформировании микрообъемов материала поверхностного слоя.

2. Механическое изнашивание.

- a) Изнашивание в результате механических воздействий.
- b) Механическое изнашивание материала в результате режущего или царапающего действия твердых тел или твердых частиц.
- c) Изнашивание поверхности в результате воздействия потока жидкости.
- d) Абразивное изнашивание в результате действия твердых тел или твердых частиц, увлекаемых потоком жидкости.
- e) Механическое изнашивание в результате усталостного разрушения при повторном деформировании микрообъемов материала поверхностного слоя.

3. Усталостное изнашивание.

- a) Изнашивание в результате механических воздействий.
- b) Механическое изнашивание материала в результате режущего или царапающего действия твердых тел или твердых частиц.
- c) Изнашивание поверхности в результате воздействия потока жидкости.
- d) Абразивное изнашивание в результате действия твердых тел или твердых частиц, увлекаемых потоком жидкости.
- e) Механическое изнашивание в результате усталостного разрушения при повторном деформировании микрообъемов материала поверхностного слоя.

4. Гидроэрозионное изнашивание.

- a) Изнашивание в результате механических воздействий.
- b) Механическое изнашивание материала в результате режущего или царапающего действия твердых тел или твердых частиц.
- c) Изнашивание поверхности в результате воздействия потока жидкости.
- d) Абразивное изнашивание в результате действия твердых тел или твердых

частиц, увлекаемых потоком жидкости.

- e) Механическое изнашивание в результате усталостного разрушения при повторном деформировании микрообъемов материала поверхностного слоя.

5. Гидроабразивное изнашивание.

- a) Изнашивание в результате механических воздействий.
- b) Механическое изнашивание материала в результате режущего или царапающего действия твердых тел или твердых частиц.
- c) Изнашивание поверхности в результате воздействия потока жидкости.
- d) Абразивное изнашивание в результате действия твердых тел или твердых частиц, увлекаемых потоком жидкости.
- e) Механическое изнашивание в результате усталостного разрушения при повторном деформировании микрообъемов материала поверхностного слоя.

*Вопросы для проведения тестирования на тему «Характеристики изнашивания»:*

1. Скорость изнашивания.

- a) Отношение значения износа к интервалу времени, в течении которого он возник.
- b) Отношение значения износа к обусловленному пути, на котором происходило изнашивание, или объему выполненной работы.
- c) Объем материала, удаляемый с поверхности трения.

2. Интенсивность изнашивания.

- a) Отношение значения износа к интервалу времени, в течении которого он возник.
- b) Отношение значения износа к обусловленному пути, на котором происходило изнашивание, или объему выполненной работы.
- c) Объем материала, удаляемый с поверхности трения.

*Вопросы для проведения тестирования на тему «Смазка и смазочные материалы»:*

1. Жидкостная смазка.

- a) Смазка, при которой полное разделение поверхностей трения деталей осуществляется жидким смазочным материалом.
- b) Смазка, при которой разделение поверхностей трения деталей, находящихся в относительном движении, осуществляется твердым смазочным материалом
- c) Жидкостная (газовая) смазка, при которой полное разделение поверхностей трения осуществляется в результате давления, самовозникающего в слое жидкости (газа) при относительном движении поверхностей
- d) Жидкостная (газовая) смазка, при которой полное разделение поверхностей трения деталей, находящихся в относительном движении или покое, осуществляется в результате поступления жидкости (газа) в зазор между поверхностями трения под внешним давлением
- e) Смазка, при которой характеристики трения и толщина пленки жидкого смазочного материала между двумя поверхностями, находящимися в относительном движении, определяются упругими свойствами материалов тел, а также реологическими свойствами последнего
- f) Смазка, при которой трение и износ между поверхностями, находящимися в относительном движении, определяются свойствами поверхностей и свойствами смазочного материала, отличными от объемной вязкости

2. Твердая смазка.

- a) Смазка, при которой полное разделение поверхностей трения деталей осуществляется жидким смазочным материалом.

- b) Смазка, при которой разделение поверхностей трения деталей, находящихся в относительном движении, осуществляется твердым смазочным материалом
- c) Жидкостная (газовая) смазка, при которой полное разделение поверхностей трения осуществляется в результате давления, самовозникающего в слое жидкости (газа) при относительном движении поверхностей
- d) Жидкостная (газовая) смазка, при которой полное разделение поверхностей трения деталей, находящихся в относительном движении или покое, осуществляется в результате поступления жидкости (газа) в зазор между поверхностями трения под внешним давлением
- e) Смазка, при которой характеристики трения и толщина пленки жидкого смазочного материала между двумя поверхностями, находящимися в относительном движении, определяются упругими свойствами материалов тел, а также реологическими свойствами последнего
- f) Смазка, при которой трение и износ между поверхностями, находящимися в относительном движении, определяются свойствами поверхностей и свойствами смазочного материала, отличными от объемной вязкости

### 3. Гидродинамическая смазка.

- a) Смазка, при которой полное разделение поверхностей трения деталей осуществляется жидким смазочным материалом.
- b) Смазка, при которой разделение поверхностей трения деталей, находящихся в относительном движении, осуществляется твердым смазочным материалом
- c) Жидкостная (газовая) смазка, при которой полное разделение поверхностей трения осуществляется в результате давления, самовозникающего в слое жидкости (газа) при относительном движении поверхностей
- d) Жидкостная (газовая) смазка, при которой полное разделение поверхностей трения деталей, находящихся в относительном движении или покое, осуществляется в результате поступления жидкости (газа) в зазор между поверхностями трения под внешним давлением
- e) Смазка, при которой характеристики трения и толщина пленки жидкого смазочного материала между двумя поверхностями, находящимися в относительном движении, определяются упругими свойствами материалов тел, а также реологическими свойствами последнего
- f) Смазка, при которой трение и износ между поверхностями, находящимися в относительном движении, определяются свойствами поверхностей и свойствами смазочного материала, отличными от объемной вязкости

### 4. Гидростатическая смазка.

- a) Смазка, при которой полное разделение поверхностей трения деталей осуществляется жидким смазочным материалом.
- b) Смазка, при которой разделение поверхностей трения деталей, находящихся в относительном движении, осуществляется твердым смазочным материалом
- c) Жидкостная (газовая) смазка, при которой полное разделение поверхностей трения осуществляется в результате давления, самовозникающего в слое жидкости (газа) при относительном движении поверхностей
- d) Жидкостная (газовая) смазка, при которой полное разделение поверхностей трения деталей, находящихся в относительном движении или покое, осуществляется в результате поступления жидкости (газа) в зазор между поверхностями трения под внешним давлением
- e) Смазка, при которой характеристики трения и толщина пленки жидкого смазочного материала между двумя поверхностями, находящимися в

относительном движении, определяются упругими свойствами материалов тел, а также реологическими свойствами последнего

- f) Смазка, при которой трение и износ между поверхностями, находящимися в относительном движении, определяются свойствами поверхностей и свойствами смазочного материала, отличными от объемной вязкости

5. Эласто-гидродинамическая смазка.

- a) Смазка, при которой полное разделение поверхностей трения деталей осуществляется жидким смазочным материалом.
- b) Смазка, при которой разделение поверхностей трения деталей, находящихся в относительном движении, осуществляется твердым смазочным материалом
- c) Жидкостная (газовая) смазка, при которой полное разделение поверхностей трения осуществляется в результате давления, самовозникающего в слое жидкости (газа) при относительном движении поверхностей
- d) Жидкостная (газовая) смазка, при которой полное разделение поверхностей трения деталей, находящихся в относительном движении или покое, осуществляется в результате поступления жидкости (газа) в зазор между поверхностями трения под внешним давлением
- e) Смазка, при которой характеристики трения и толщина пленки жидкого смазочного материала между двумя поверхностями, находящимися в относительном движении, определяются упругими свойствами материалов тел, а также реологическими свойствами последнего
- f) Смазка, при которой трение и износ между поверхностями, находящимися в относительном движении, определяются свойствами поверхностей и свойствами смазочного материала, отличными от объемной вязкости

6. Граничная смазка.

- a) Смазка, при которой полное разделение поверхностей трения деталей осуществляется жидким смазочным материалом.
- b) Смазка, при которой разделение поверхностей трения деталей, находящихся в относительном движении, осуществляется твердым смазочным материалом
- c) Жидкостная (газовая) смазка, при которой полное разделение поверхностей трения осуществляется в результате давления, самовозникающего в слое жидкости (газа) при относительном движении поверхностей
- d) Жидкостная (газовая) смазка, при которой полное разделение поверхностей трения деталей, находящихся в относительном движении или покое, осуществляется в результате поступления жидкости (газа) в зазор между поверхностями трения под внешним давлением
- e) Смазка, при которой характеристики трения и толщина пленки жидкого смазочного материала между двумя поверхностями, находящимися в относительном движении, определяются упругими свойствами материалов тел, а также реологическими свойствами последнего
- f) Смазка, при которой трение и износ между поверхностями, находящимися в относительном движении, определяются свойствами поверхностей и свойствами смазочного материала, отличными от объемной вязкости

**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
<b>ОПК-1 Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в сфере своей профессиональной деятельности и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных, математических и технологических моделей;</b>		
ОПК-1.1	Использует законы и методы математики, естественных наук при решении профессиональных задач	<p><i>Вопросы для подготовки к зачету:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Методика аналитической оценки ресурса элементов трибосопряжений на моделирования фрикционного взаимодействия с использованием структурно-энергетического подхода.</li> <li>2. Алгоритм расчета показателей износостойкости и ресурса элементов технологического оборудования.</li> <li>3. Показатели износостойкости элементов трибосопряжений.</li> <li>4. Виды изнашивания.</li> <li>5. Предварительное смещение.</li> <li>6. Подходы к оценке показателей износостойкости.</li> <li>7. Концептуальный подход к моделированию процесса изнашивания.</li> <li>8. Способы повышения износостойкости материалов элементов трибосопряжений.</li> <li>9. Способы повышения ресурса узлов трения.</li> <li>10. Способы поверхностного пластического деформирования для повышения долговечности узлов трения.</li> </ol>
ОПК-1.2	Применяет и использует современные материалы и элементную базу узлов, деталей и приводов машин	<p><i>Перечень заданий для практических занятий (пример):</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Расчет остаточного ресурса трибосопряжения в заданных условиях эксплуатации.</li> <li>2. Подобрать смазочный материал для продления остаточного ресурса трибосопряжения.</li> <li>3. Оценка проектного ресурса прокатных валков по критерию износостойкости.</li> <li>4. Расчет показателей износостойкости подшипника скольжения.</li> <li>5. Оценить величину коэффициента трения для заданного трибосопряжения. Определить класс и разряд износостойкости</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<i>трибосопряжения.</i>
ОПК-1.3	Применяет методы проектирования и расчета деталей и узлов машин	<p><i>Примеры заданий на решение задач из профессиональной области:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оценка остаточного ресурса подшипника скольжения опорного ролика пластинчатого питателя ПП-3200.</li> <li>2. Расчет показателей износостойкости и ресурса роликов отводящего рольганга стана 2000 г/н ЛПЦ-10 ПАО «ММК».</li> <li>3. Оценка среднего ресурса по критерию износостойкости элементов подшипника качения №305 редуктора ИЦУ-160 привода ленточного конвейера.</li> <li>4. Расчет показателей износостойкости планок скольжения механизма установки подушек прокатных валков стана 2000 х/н ЛПЦ-11 ПАО «ММК».</li> <li>5. Разработка модели изнашивания опорных валков стана 2000 г/н ЛПЦ-10 ПАО «ММК».</li> <li>6. Оценка среднего ресурса зубчатой муфты по критерию износостойкости контактных поверхностей зубьев.</li> <li>7. Расчет показателей износостойкости стандартной пары трения «ролик-колотка».</li> <li>8. Проектная оценка среднего ресурса червячной передачи по критерию износостойкости.</li> <li>9. Оценка остаточного ресурса вкладышей скольжения универсального шпинделя привода рабочих валков клетки №7 стана 2000 г/н ПАО «ММК».</li> <li>10. Расчет показателей износостойкости роликов подводящего рольганга.</li> </ol>
ОПК-1.4	Понимает конструкцию технического объекта по чертежу, демонстрирует первичные навыки выполнения конструкторской документации на основе стандартов ЕСКД	<p><i>Вопросы для подготовки к зачету:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Методика аналитической оценки ресурса элементов трибосопряжений на моделировании фрикционного взаимодействия с использованием структурно-энергетического подхода.</li> <li>2. Алгоритм расчета показателей износостойкости и ресурса элементов технологического оборудования.</li> <li>3. Показатели износостойкости элементов трибосопряжений.</li> <li>4. Виды изнашивания.</li> <li>5. Предварительное смещение.</li> <li>6. Подходы к оценке показателей износостойкости.</li> <li>7. Концептуальный подход к моделированию процесса изнашивания.</li> <li>8. Способы повышения износостойкости</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<i>материалов элементов трибосопряжений.            9. Способы повышения ресурса узлов трения.            Способы поверхностного пластического деформирования для повышения долговечности узлов трения.</i>

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

Промежуточная аттестация по дисциплине включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета.

Зачет по данной дисциплине проводится в устной форме.

**Показатели и критерии оценивания зачета:**

- на оценку «зачтено» - 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.

- на оценку «не зачтено» - обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.