

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Котова Лариса Анатольевна  
Должность: Директор филиала  
Дата подписания: 26.05.2026 19:14:48  
Уникальный программный ключ:  
10730ffe6b1ed036b744b6e9d97700b86e5c04a7

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования**  
**«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»**  
**Новотроицкий филиал**

Приложение 4

к ОПОП ВО 15.03.02 Технологические машины и оборудование  
Машины и технологии обработки металлов давлением

## Рабочая программа дисциплины

# Основы трибологии и триботехники

Закреплена за подразделением	<b>Кафедра металлургических технологий и оборудования (Новотроицкий филиал)</b>	
Направление подготовки	15.03.02 Технологические машины и оборудование	
Образовательная программа	15.03.02 Технологические машины и оборудование / Машины и технологии обработки металлов давлением	
Квалификация	<b>Бакалавр</b>	
Форма обучения	<b>очная</b>	
Общая трудоемкость	<b>3 ЗЕТ</b>	Виды контроля в семестрах:
Часов по учебному плану	<b>108</b>	<b>экзамен 7</b> <b>контрольная работа 7</b>

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
	Неделя 19			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	17	17	17	17
Практические	34	34	34	34
Итого ауд.	51	51	51	51
Контактная работа	51	51	51	51
Сам. работа	30	30	30	30
В том числе сам. работа в рамках ФОС		14		
Часы на контроль	27	27	27	27
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

*д.т.н., Профессор, Дема Р.Р.*

Рабочая программа дисциплины

### **Основы трибологии и триботехники**

Составлен на основании учебного плана:

15.03.02\_26\_Технологич. машины и оборудование\_МиТОМД.rlx, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 15.03.02 Технологические машины и оборудование Машины и технологии обработки металлов давлением протокол от 27.11.2025 №68.

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра металлургических технологий и оборудования (Новотроицкий филиал)**

Протокол от 11.03.2026 г., №3.

Руководитель подразделения Нефедов Андрей Викторович.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Целями освоения дисциплины «Основы трибологии и триботехники» являются: сформировать у студентов систему профессиональных знаний, умений и навыков по обеспечению долговечности трущихся тел применением мероприятий триботехники и смазочных материалов.
1.2	Задачи дисциплины:
1.3	- изучение студентами достижений науки и техники в области триботехники и смазочных материалов,
1.4	- основных закономерностей трения: скольжения (жидкостного, граничного, сухого) и качения;
1.5	- причин и этапов процесса ужесточения износа деталей при трении скольжении;
1.6	- расчет смазки трибосопряжений;
1.7	- разработка и обеспечение качества смазочных материалов и их показателей;
1.8	- диагностика качества масел, а также нарушения штатного режима функционирования трибосопряжений по параметрам частиц износа в работающем масле.

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.01
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Прокатное производство	
2.1.2	Основы проектирования	
2.1.3	Основы технологических процессов ОМД	
2.1.4	Теория механизмов и машин	
2.1.5	Детали машин	
2.1.6	Метрология, стандартизация, сертификация	
2.1.7	Основы технологии машиностроения	
2.1.8	Допуски и технические измерения	
2.1.9	Компьютерная графика	
2.1.10	Производственная практика	
2.1.11	Моделирование процессов ОМД с использованием современных программных продуктов	
2.1.12	Основы моделирования процессов обработки металлов давлением	
2.1.13	Гидравлическое и пневматическое оборудование цехов ОМД	
2.1.14	Гидропривод и гидро-, пневмоавтоматика цехов ОМД	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.2	Курсовая научно-исследовательская работа (часть 2)	
2.2.3	Преддипломная практика	
2.2.4	Современное оборудование цехов ОМД	
2.2.5	Современное оборудование машиностроительных заводов	
2.2.6	Цифровые двойники в ОМД	
2.2.7	Цифровые двойники в машиностроительном производстве	

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

**ПК-3:** Способен участвовать в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования, разрабатывать проектно-конструкторскую документацию, с проверкой её соответствия стандартам, техническим условиям другим нормативным документам, проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений

**Знать:**

ПК-3-31 основы терминов и понятий триботехники и смазочных материалов

**ПК-5:** Способен осваивать вводимое технологические оборудование, проверять его техническое состояние и остаточный ресурс, организовывать осмотры, содержание и ремонты технологических машин и оборудования, выбирать вспомогательные материалы, применять прогрессивные методы эксплуатации оборудования при изготовлении технологических машин

**Знать:**

ПК-5-31 методы и средства диагностики основных показателей ка-чества свежих и работающих масел, используемых в отечественной и зарубежной практике
<b>ПК-6: Способен применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, анализировать причины нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению, обеспечивать технологичность изделий и оптимальность процессов их изготовления</b>
<b>Знать:</b>
ПК-6-31 методы и средства диагностики повышенного износа на ранней стадии, используемых в отечественной и зарубежной практике
<b>ПК-7: Способен обоснованно выбирать и использовать новые цифровые технологии для повышения эффективности процессов проектирования, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта технологических машин и оборудования</b>
<b>Знать:</b>
ПК-7-31 основы законов внутреннего и внешнего трения, трения скольжения и качения
<b>ПК-3: Способен участвовать в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования, разрабатывать проектно-конструкторскую документацию, с проверкой её соответствия стандартам, техническим условиям другим нормативным документам, проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-3-У1 определять и классифицировать типы изнашивания
<b>ПК-5: Способен осваивать вводимое технологические оборудование, проверять его техническое состояние и остаточный ресурс, организовывать осмотры, содержание и ремонты технологических машин и оборудования, выбирать вспомогательные материалы, применять прогрессивные методы эксплуатации оборудования при изготовлении технологических машин</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-5-У1 определять по маркировке тип смазочного материала, его вязкость и назначение, а также уровень качества; обосновывать подбор материалов деталей или покрытий поверхностей трения этих деталей при конструировании основных типов трибосопряжений
<b>ПК-6: Способен применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, анализировать причины нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению, обеспечивать технологичность изделий и оптимальность процессов их изготовления</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-6-У1 осуществлять экспресс оценку качества работающих масел по основным его показателям качества
<b>ПК-7: Способен обоснованно выбирать и использовать новые цифровые технологии для повышения эффективности процессов проектирования, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта технологических машин и оборудования</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-7-У1 составлять расчётные схемы нагружения узлов трения
<b>ПК-3: Способен участвовать в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования, разрабатывать проектно-конструкторскую документацию, с проверкой её соответствия стандартам, техническим условиям другим нормативным документам, проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-3-В1 навыками расчёта узлов трения
<b>ПК-5: Способен осваивать вводимое технологические оборудование, проверять его техническое состояние и остаточный ресурс, организовывать осмотры, содержание и ремонты технологических машин и оборудования, выбирать вспомогательные материалы, применять прогрессивные методы эксплуатации оборудования при изготовлении технологических машин</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-5-В1 методикой безыносной эксплуатации узлов трения
<b>ПК-6: Способен применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, анализировать причины нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению, обеспечивать технологичность изделий и оптимальность процессов их изготовления</b>
<b>Владеть:</b>

ПК-6-В1 навыками расчета основных типов трибосопряжений, назначения и проведения мероприятий технического сервиса, обеспечивающих рациональное машиноиспользование

**ПК-7: Способен обоснованно выбирать и использовать новые цифровые технологии для повышения эффективности процессов проектирования, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта технологических машин и оборудования**

**Владеть:**

ПК-7-В1 навыками снижения износа деталей узлов трения

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	<b>Раздел 1. Введение. Основные понятия</b>							
1.1	Трибология. Триботехника. Значимость трибологии и триботехники. История развития науки о трении. Классификация видов трения. Понятия внутреннего и внешнего трения. Закономерности внутреннего трения. Основные законы внешнего трения. Трение покоя. Трение движения. Закон Амонтона. /Лек/	7	2	ПК-3-31 ПК-5-31 ПК-6-31 ПК-7-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ2	
1.2	Основные законы и классификация видов трения. /Пр/	7	2	ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-5-У1 ПК-5-В1 ПК-6-У1 ПК-6-В1 ПК-7-У1 ПК-7-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ2	
1.3	Самостоятельное изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям /Ср/	7	2	ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1 ПК-6-31 ПК-6-У1 ПК-6-В1 ПК-7-31 ПК-7-У1 ПК-7-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ2	
	<b>Раздел 2. Некоторые свойства твёрдых тел и жидкостей</b>							
2.1	Кристаллическая структура твёрдых тел. Полиморфизм. Свободная поверхность. Дефекты кристаллического строения и их общее свойство. Макроструктура твёрдых тел (поликристаллы). Иерархия структурных уровней твёрдых тел. Аморфные структуры твёрдых тел. Структура резины. Структура пластиков и полимеров. Структура дерева. Жидкое состояние. Газовое состояние. /Лек/	7	2	ПК-3-31 ПК-5-31 ПК-6-31 ПК-7-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ2	

2.2	Изучение строения поверхности веществ, основы химии твердого тела. Контрольная работа №1 /Пр/	7	4	ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-5-У1 ПК-5-В1 ПК-6-У1 ПК-6-В1 ПК-7-У1 ПК-7-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ2	
2.3	Самостоятельное изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям /Ср/	7	2	ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1 ПК-6-31 ПК-6-У1 ПК-6-В1 ПК-7-31 ПК-7-У1 ПК-7-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ2	
<b>Раздел 3. Формирование структуры деформированных металлов</b>								
3.1	Деформация. Виды деформаций. Диаграмма растяжения металлических материалов. Прочность. Пластичность. Механизмы пластической деформации. Наклёп (деформационное упрочнение). Разрушение. Возврат и рекристаллизация металлов. Холодное и горячее деформирование. /Лек/	7	2	ПК-3-31 ПК-5-31 ПК-6-31 ПК-7-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ3	
3.2	Выбор режимов термообработки для различных сплавов /Пр/	7	4	ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-5-У1 ПК-5-В1 ПК-6-У1 ПК-6-В1 ПК-7-У1 ПК-7-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ3	
3.3	Самостоятельное изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям /Ср/	7	2	ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1 ПК-6-31 ПК-6-У1 ПК-6-В1 ПК-7-31 ПК-7-У1 ПК-7-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ3	
<b>Раздел 4. Трение</b>								

4.1	Классификация видов трения. Внутреннее трение. Вязкость. Статическое трение. Закономерности статического трения. Измерение статического коэффициента трения. Измерение динамического коэффициента трения. Двучленный закон трения. Молекулярно–механическая теория трения. Деформационно–адгезионная теория трения. Закон аддитивности трения. Формирование контактов и их взаимодействие в процессе перемещения поверхностей трения. Фрикционные связи. Классификация фрикционных пар. Основные характеристики фрикционных связей. Принцип «третьего тела». Схватывание. /Лек/	7	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ3	
4.2	Измерение коэффициента статического трения поверхностей различного качества и природы методом наклонной плоскости. Влияние качества поверхности на величину коэффициента трения. /Пр/	7	4		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ3	
4.3	Измерение коэффициента динамического трения поверхностей различного качества и природы методом наклонной плоскости. Контрольная работа №2. /Пр/	7	4		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ3	
4.4	Самостоятельное изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям /Ср/	7	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ3	
	<b>Раздел 5. Износ</b>							

5.1	Основные понятия и определения. Классификация износостойкости. Стандартная классификация видов изнашивания трибопар. Водородное изнашивание. Изнашивание при избирательном переносе. Вторичные структуры. Приспосабливаемость. Нормальный износ и явление повреждаемости пар трения. Методика расчётов на износ. Энергетические методы (уравнения) оценки и прогноза оценки износа и износостойкости. Триботехника лабораторного анализа и оценки трения и износа. /Лек/	7	4		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ1,К М4	
5.2	Анализ видов повреждаемости и износа при трении. Расчет параметров режима функционирования узла трения. Методы и средства диагностики повышенного износа. /Пр/	7	6		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ1,К М4	
5.3	Самостоятельное изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям /Ср/	7	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ1,К М4	
<b>Раздел 6. Смазка</b>								
6.1	Функционально-физический принцип смазки. Типы смазки. Гидродинамическая смазка. Температурный критерий работоспособности смазывающих масел. Минеральные масла. Классификация. Функциональные присадки и антифрикционные добавки. Критерий работоспособности. Антифрикционные материалы подшипников гидродинамического трения. Аэродинамическая (газовая) смазка. Эластогидродинамическая смазка. Граничная смазка. Смазка предельного давления. Моделирование коммерческих смазок. Консистентная (пластическая) смазка. Твёрдые типы смазок на основе слоистых материалов. /Лек/	7	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ1,К М4	

6.2	Расчет количества смазочного материала. Расчет основных параметров систем пластичной смазки. /Пр/	7	4		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ1,К М4	
6.3	Расчет пар трения и составление карты смазки. Контрольная работа №3. /Пр/	7	4		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ1,К М4	
6.4	Самостоятельное изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям /Ср/	7	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ1,К М4	
	<b>Раздел 7. Обобщенные, физические представления о природе трения. Метод трибозергодинамики</b>							

7.1	<p>Существо и необходимость обобщённого подхода. Термодинамический подход. Эргодинамика деформируемых тел. Обобщённые представления о пластической деформации. Структурная модель твёрдого тела. Физический смысл пластической деформации. Интегральный критерий повреждаемости. Обобщённые характеристики вида разрушения. Термодинамический анализ взаимной связи деформационных и энергетических характеристик процесса. Кинетические уравнения повреждаемости (деформационного упрочнения) и теплового эффекта пластической деформации (динамического возврата). Кинетическое уравнение пластической деформации. Исходные аксиомы трения. Номинальные и действительные трибосистемы. Системно – балансный признак трения. Структурно – энергетическая интерпретация процесса трения. Термодинамическая модель трения. Уравнения энергетического баланса трения. Энергетическая интерпретация коэффициента трения Леонардо да Винчи. Общность уравнений энергетического баланса трения. Структурно-энергетическая диаграмма эволюции трущихся поверхностей. /Лек/</p>	7	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		KM1,К M5	
7.2	<p>Самостоятельное изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям /Ср/</p>	7	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		KM1,К M5	
	<b>Раздел 8. Совместимость трибосистем и элементы аксиоматики машинного трения</b>							

8.1	Совместимость трущихся поверхностей. Оптимальные трибосистемы. Аксиоматичность феномена трения. Базовые аксиомы трения. Анализ машины как сложной трибонадсистемы. Количественные признаки натуральных (оптимальных) машин. Номинальная и действительная работоспособность машины. Принцип системной совместимости трибосистем в машине. Квантовые уровни совместимых трибосистем и совместимых машин. Системные критерии работоспособности оптимальных машин (трибосистем). /Лек/	7	1		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ1,К М5	
8.2	Контрольная работа №4 /Пр/	7	2				КМ5	
8.3	Самостоятельное изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям /Ср/	7	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ1,К М5	
<b>Раздел 9. Подготовка к контрольным мероприятиям и выполняемым работам</b>								
9.1	Объем часов самостоятельной работы на подготовку к КМ /Ср/	7	10	ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1 ПК-6-31 ПК-6-У1 ПК-6-В1 ПК-7-31 ПК-7-У1 ПК-7-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ1,К М2,КМ 3,КМ4, КМ5	
9.2	Объем часов самостоятельной работы на подготовку к ВР /Ср/	7	4	ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1 ПК-6-31 ПК-6-У1 ПК-6-В1 ПК-7-31 ПК-7-У1 ПК-7-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3			Р1,Р2

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
--------	-------------------------	------------------------------------	------------------------

КМ1	Экзамен	ПК-3-31;ПК-5-31;ПК-6-31;ПК-7-31	<p>Вопросы для подготовки к экзамену:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Назовите основные виды смазки.</li> <li>2. Назовите основные виды смазочных материалов. Как они делятся по происхождению?</li> <li>3. Какие требования предъявляются к смазочным материалам?</li> <li>4. Назовите области применения различных видов смазочных материалов.</li> <li>5. Какие достоинства и недостатки у жидких смазочных материалов?</li> <li>6. В каких единицах измеряется динамическая и кинематическая вязкость масла?</li> <li>7. Что такое условная вязкость?</li> <li>8. Как зависит вязкость масла от температуры?</li> <li>9. Что такое температурный коэффициент вязкости ТКВ?</li> <li>10. Что такое индекс вязкости ИВ?</li> <li>11. Чем определяется температурный диапазон применения масла?</li> <li>12. Зачем в состав масла вводят присадки? Какие присадки Вы знаете?</li> <li>13. Что входит в наименование индустриальных масел?</li> <li>14. Какие достоинства и недостатки у пластичных смазочных материалов?</li> <li>15. Как классифицируются пластичные смазочные материалы?</li> <li>16. Назовите основные свойства пластичных смазочных материалов.</li> <li>17. Какие достоинства и недостатки у твердых смазочных материалов?</li> <li>18. Какие твердые смазочные материалы Вы знаете?</li> <li>19. Из каких соображений осуществляют выбор смазочных материалов для закрытых зубчатых передач?</li> <li>20. Из каких соображений осуществляют выбор смазочных материалов для открытых зубчатых передач?</li> <li>21. Как осуществляется выбор смазочных материалов для подшипников качения?</li> <li>22. В каких случаях для подшипников скольжения применяют твердые смазки?</li> <li>23. В каких случаях для подшипников скольжения применяют пластичные смазки?</li> <li>24. В каких случаях для подшипников скольжения применяют минеральные масла?</li> <li>25. Какие смазочные материалы рекомендуются для смазки зубчатых муфт?</li> <li>26. Какие смазочные материалы рекомендуются для смазки цепных передач?</li> <li>27. Какие смазочные материалы рекомендуются для узлов трения, работающих при высоких температурах?</li> <li>28. Какие смазочные материалы рекомендуются для узлов трения, работающих при низких температурах?</li> </ol>
-----	---------	---------------------------------	---

КМ2	Контрольная работа №1	ПК-3-31;ПК-5-31;ПК-6-31;ПК-7-31	<p>Теоретические и практические вопросы к контрольной работе №1</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Характеристики сил трения.</li> <li>2. Трение чистых поверхностей.</li> <li>3. Характеристики граничного трения.</li> <li>4. Жидкостное трение и его характеристики.</li> <li>5. Силы трения покоя и скольжения.</li> <li>6. Закон Амонтона-Кулона.</li> <li>7. Кинематка трущихся тел.</li> <li>8. Конус трения.</li> <li>9. Движение цапфы в опоре подшипника.</li> <li>10. Гидродинамическое трение.</li> <li>11. Диаграмма Герси-Штрибека.</li> <li>12. Структура твердого тела.</li> <li>13. Виды кристаллических решёток.</li> <li>14. Дефекты кристаллических решёток.</li> <li>15. Дислокации и механизмы их образования.</li> <li>16. Типы поверхностей твёрдого трения.</li> <li>17. Характеристики шероховатости.</li> <li>18. Кривая опорной поверхности.</li> <li>19. Силовое взаимодействие.</li> <li>20. Двойственная природа трения.</li> </ol>
КМ3	Контрольная работа №2	ПК-3-31;ПК-5-31;ПК-6-31;ПК-7-31	<p>Теоретические и практические вопросы к контрольной работе №2</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Модель трения Епифанова.</li> <li>2. Модель трения Камерона.</li> <li>3. Двухчленный закон Крагельского-Дерягина.</li> <li>4. Накопление и рассеивание энергии при трении.</li> <li>5. Уравнение энергетического баланса.</li> <li>6. Контактная температура и её расчёт.</li> <li>7. Механизм антифрикционности.</li> <li>8. Энергетические основы эволюции узлов трения.</li> <li>9. Избирательный перенос.</li> <li>10. Механизм трения металлополимерных соединений.</li> <li>11. Выбор материалов для пар трения.</li> <li>12. Свойства фрикционных материалов.</li> <li>13. Свойства антифрикционных материалов.</li> <li>14. Обработка поверхностей трения.</li> <li>15. Физико- химическая обработка поверхностей.</li> <li>16. Химическая обработка поверхностей.</li> <li>17. Термическая обработка поверхностей.</li> <li>18. Конструктивные мероприятия повышения долговечности узлов трения.</li> <li>19. Гальванические покрытия поверхностей узлов трения.</li> <li>20. Уплотнения узлов трения.</li> </ol>
КМ4	Контрольная работа №3	ПК-3-31;ПК-5-31;ПК-6-31;ПК-7-31	<p>Теоретические вопросы к контрольной работе №3</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Виды смазки и условия их реализации.</li> <li>2 Условия реализации гидродинамической жидкостной смазки.</li> <li>3 Основные свойства ПСМ и их характеристика.</li> <li>4 Основные свойства ЖСМ и их характеристика</li> <li>5 Свойства смазочных материалов, обеспечивающих полное разделение трущихся по-верхностей.</li> <li>6 Виды смазок и их сущность.</li> <li>7 Эластогидродинамическая смазка и ее сущность.</li> <li>8 Свойства смазочных материалов. Реализующий режим граничной смазки.</li> <li>9 Условия реализации режима граничной смазки.</li> </ol>

КМ5	Контрольная работа №4	ПК-3-31;ПК-5-31;ПК-6-31;ПК-7-31	<p>Теоретические вопросы к контрольной работе №4</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Как классифицируются пластичные смазочные материалы?</li> <li>2. Назовите основные свойства пластичных смазочных материалов.</li> <li>3. Какие достоинства и недостатки у твердых смазочных материалов?</li> <li>4. Какие твердые смазочные материалы Вы знаете?</li> <li>5. Из каких соображений осуществляют выбор смазочных материалов для закрытых зубчатых передач?</li> <li>6. Из каких соображений осуществляют выбор смазочных материалов для открытых зубчатых передач?</li> <li>7. Как осуществляется выбор смазочных материалов для подшипников качения?</li> <li>8. В каких случаях для подшипников скольжения применяют твердые смазки?</li> <li>9. В каких случаях для подшипников скольжения применяют пластичные смазки?</li> <li>10. В каких случаях для подшипников скольжения применяют минеральные масла?</li> <li>11. Какие смазочные материалы рекомендуются для смазки зубчатых муфт?</li> <li>12. Какие смазочные материалы рекомендуются для смазки цепных передач?</li> <li>13. Какие смазочные материалы рекомендуются для узлов трения, работающих при высоких температурах?</li> <li>14. Какие смазочные материалы рекомендуются для узлов трения, работающих при низких температурах?</li> </ol>
-----	-----------------------	---------------------------------	---

**5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)**

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Реферат	ПК-3-У1;ПК-3-В1;ПК-5-У1;ПК-5-В1;ПК-6-У1;ПК-6-В1;ПК-7-У1;ПК-7-В1	<p>Тематика рефератов для оценки уровня освоения первой части УД</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Силы трения и их основные характеристики. Классификация режимов трения.</li> <li>2. Силы трения покоя и скольжения. Зависимость силы трения от скорости. Закон Амонто-на-Кулона.</li> <li>3. Сухое, граничное. Жидкостное трение и его механизмы.</li> <li>4. Трение качения.</li> <li>5. Основные определения кинематики трущихся тел. Траектории движения двух соприкасающихся катков.</li> <li>6. Конус трения.</li> <li>7. Цапфа в подшипнике. Уравнение равновесия.</li> <li>8. Гидродинамическое трение. Движение вала в подшипнике скольжения.</li> <li>9. Эластогидродинамическая смазка. Диаграмма Герси-Штрибека.</li> <li>10. Структура твердого тела. Виды кристаллических решёток.</li> <li>11. Дефекты кристаллических решёток.</li> <li>12. Поверхность твёрдого тела и её типы.</li> <li>13. Основные характеристики шероховатости. Кривая опорной поверхности.</li> <li>14. Силовое взаимодействие поверхностей твёрдых тел. Двойственная природа трения.</li> <li>15. Двучленный закон в теории трения Крагельского-Дерягина.</li> <li>16. Модели трения Епифанова, Камерона и др.</li> <li>17. Накопление и рассеивание энергии при трении. Уравнение энергетического баланса.</li> <li>18. Контактная температура и её расчёт.</li> <li>19. Антифрикционность и её механизмы.</li> <li>20. Эволюция узлов трения и её энергетические основы.</li> <li>21. Представление о третьем теле. Избирательный перенос.</li> <li>22. Особенности трения металлополимерных соединений.</li> <li>23. Физико-химическая, термическая, химическая обработки поверхностей трения.</li> <li>24. Гальванические покрытия.</li> <li>25. Выбор материалов для пар трения.</li> <li>26. Обработка поверхности трения.</li> <li>27. Уплотнения узлов трения.</li> </ol>

P2	Выполнение контрольной работы на тему «Подбор смазочных материалов для подшипников скольжения, качения, и зубчатых передач» по вариантам	ПК-3-У1;ПК-3-В1;ПК-5-У1;ПК-5-В1;ПК-6-У1;ПК-6-В1;ПК-7-У1;ПК-7-В1	Выполнение домашнего задания осуществляется студентом самостоятельно в свободное от обучения время в соответствии с выданным вариантом и рекомендациями, указанными в методических указаниях. Выполненное и оформленное в соответствии с требованиями домашнее задание сдается на проверку на кафедру МТиО до начала зимней экзаменационной сессии
----	--	---	--

### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (билеты, тесты и т.п.)

Текущий контроль результатов освоения УД в соответствии с рабочей программой и календарно-тематическим планом происходит при использовании следующих обязательных форм контроля:

- 1). написание реферата на индивидуальную тему
  - 2). выполнение домашнего задания по теме «Подбор смазочных материалов для подшипников скольжения, качения, и зубчатых передач» по вариантам.
  - 3). выполнение контрольных работ (в письменной форме) по вопросам
- Ниже представлен образец билета для контрольной работы.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИСиС»

Новотроицкий филиал

Кафедра металлургических технологий и оборудования

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 1

БИЛЕТ № 0

Дисциплина: «Основы трибологии и триботехники»

Форма обучения: очная

Форма проведения: устная

1. Характеристики сил трения.
2. Закон Амонтона-Кулона.
3. Типы поверхностей твёрдого трения.

Составил: доцент, к.т.н. \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой МТиО \_\_\_\_\_

- 2). Экзамен, который может проводится в устной форме по билетам, включающим теоретические и практические вопросы, охватывающие все разделы УД, или в тестовой форме по тестовым заданиям в среде LMS Canvas. Тесты для зачета генерируются системой LMS Moodle из банка тестовых вопросов и заданий.

Ниже представлены образец билета экзамена.

Министерство науки и высшего образования РФ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

НОВОТРОИЦКИЙ ФИЛИАЛ

Кафедра металлургических технологий и оборудования

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №0

Дисциплина: «Основы трибологии и триботехники»

Направление: 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

Форма обучения: очная

Форма проведения экзамена: устная

1. Назовите основные виды смазочных материалов. Как они делятся по происхождению?
2. Из каких соображений осуществляют выбор смазочных материалов для закрытых зубчатых передач?
3. Подобрать смазочный материал для подшипников качения № 777752 клетки кварто 500/1300x1200.

Составил: доцент, к.т.н. \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой МТиО \_\_\_\_\_

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

##### 1). Критерии оценки контрольных работ

«Отлично» - за полное овладение содержанием учебного материала, владение понятийным аппаратом, умение решать практические задачи, грамотное, логичное изложение ответа.

«Хорошо» - если студент полно освоил учебный материал, владеет понятийным аппаратом, осознанно применяет знания для решения практических задач, грамотно излагает ответ, но содержание и форма ответа имеют некоторые неточности

«Удовлетворительно» - если студент обнаруживает знание и понимание основных положений учебного материала, но излагает его неполно, непоследовательно, допускает неточности в определении понятий, в применении знаний для решения практических задач, не умеет доказательно обосновать свои суждения

«Неудовлетворительно» - если студент имеет разрозненные, бессистемные знания, не умеет выделять главное и второстепенное, допускает ошибки в определении понятий, искажает их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал, не может применять знания для решения практических задач; за полное незнание и непонимание учебного материала или отказ отвечать

##### 2). Критерии оценки рефератов

«зачтено» - выполнены все требования к написанию: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к оформлению

«не зачтено» - реферат не представлен; тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы

##### 3). Критерии оценки домашних заданий

«зачтено» - выполнены все пункты домашнего задания в соответствии с вариантом

«не зачтено» - студент не выполнил или выполнил неправильно один или несколько пунктов домашнего задания, либо вариант задания не соответствует выданному

##### 4). Критерии оценки экзамена устной форме:

«Отлично» - студент демонстрирует системные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, показывает свободное владение монологической речью и способность быстро реагировать на уточняющие вопросы.

«Хорошо» - студент демонстрирует прочные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, но при этом делает несущественные ошибки, которые быстро исправляет самостоятельно или при незначительной коррекции преподавателем.

«Удовлетворительно» - студент демонстрирует неглубокие теоретические знания, проявляет слабо сформированные навыки анализа явлений и процессов, недостаточное умение делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает не достаточно свободное владение терминологией, логичностью и последовательностью изложения, делает ошибки, которые может исправить только при коррекции преподавателем.

«Неудовлетворительно» - студент демонстрирует незнание теоретических основ предмета, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, не владеет терминологией, проявляет отсутствие логичности и последовательностью изложения, делает ошибки, которые не может исправить даже при коррекции преподавателем.

##### 5). Критерии оценки экзамена в форме компьютерного тестирования:

«Отлично» - получение более 90 % баллов по тесту при выполнении теста за регламентированное время

«Хорошо» - получение от 75 до 90 % баллов по тесту при выполнении теста за регламентированное время

«Удовлетворительно» - получение от 50 до 75 % баллов по тесту при выполнении теста за регламентированное время

«Неудовлетворительно» - получение менее 50 % баллов по тесту

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Ю.В.Жиркин	Надёжность, эксплуатация и ремонт металлургических машин: Учебник		Магнитогорск: МГТУ, 2002
Л1.2	Под общ. ред. А.В. Чичинадзе	Трение, износ и смазка (трибология и триботехника): Учебник		Машиностроение, 2003

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Д.Т.Гаевик	Смазка оборудования на металлургических предприятиях: Учебник		М., 1998
Л2.2	Алисин В.В.	Трение, изнашивание и смазка в 2х томах: Справочник		М.: Машиностроение, 1979

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.3	Пенкин Н.С.	Основы трибологии и триботехники: Учебное пособие		Машиностроение, 2011

### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Под ред. Е.А.Эминова	Справочник по применению и нормам расхода смазочных материалов: Справочник в 2-х т.		Химия, 1977
Л3.2	Крагельский И.В.	Основы расчетов на трение и износ: учебное пособие		Машиностроение, 1977

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Сайт НФ НИТУ "МИСиС"	www.nf.misis.ru
Э2	НЭБ НИТУ "МИСиС"	www.elibrary.misis.ru
Э3	Российская научная электронная библиотека	www.elibrary.ru

### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	WinPro 10 RUSUpgrdOLVNLEachAcdmcAP
П.2	Microsoft Office Professional Plus 2013 Russian OLP NL AcademicEdition;
П.3	Microsoft Teams
П.4	Zoom

### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Вид	Оснащение
211	Учебная аудитория для занятий лекционного типа, практических занятий	Пр	1 шт. - Компьютер в сборе; 1 шт. - Проектор Acer с потолочным креплением P 5206(3D) ; 1 шт. - Экран Lumien Eco Picture 200x200 см; 22 шт. - Стол студенческий; 1 шт. - Стол преподавателя; 44 шт. - Стул.
233	Учебная лаборатория "Прикладная механика" "Техническая механика"		1 шт. - Принтер HP Laser jet 6L; 1 шт. - Компьютер в сборе; 1 шт. - Установка для определения главных напряжений при кручении и совместном действии изгиба и кручения; 1 шт. - Установка для определения критической силы для сжатого стержня большой гибкости; 1 шт. - Установка для определения линейных и угловых перемещений поперечных сечений статически определимой балки; 1 шт. - Установка для определения модуля сдвига при кручении; 1 шт. - Установка для определения модуля сдвига при кручении и главных напряжений при кручении и при совместном действии изгиба и кручения; 1 шт. - Установка для определения опорных реакций балок; 1 шт. - Установка для определения прогибов при косом изгибе; 1 шт. - Уч-я лабор-я Крутильно-разрывная.

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Освоение дисциплины предполагает как проведение традиционных аудиторных занятий, так и работу в электронной информационно-образовательной среде НИТУ «МИСИС» (ЭИОС), частью которой непосредственно предназначенной для осуществления образовательного процесса является Электронный образовательный ресурс LMS Moodle.

Рекомендации по успешному освоению курса в традиционной форме.

Для успешного усвоения теоретического материала необходимо регулярно посещать лекции, перечитывать лекционный материал, значительное внимание уделять самостоятельному изучению дисциплины.

Дисциплина «Основы трибологии и триботехники» изучается в течение одного семестра.

Программа дисциплины включает лекционные и практические занятия, а также выполнение реферата и домашнего задания. Индивидуальные темы рефератов и варианты домашних заданий выдаются на практических занятиях на 4-й неделе семестра, срок сдачи на проверку – за 2 недели до экзаменационной сессии. Консультации по вопросам, связанным с выполнением рефератов и домашних заданий, проводятся по согласованию с преподавателем, ведущим дисциплину, в соответствии с расписанием. Подготовка к выполнению рефератов и домашних заданий заключается в изучении соответствующих методических указаний и стандартов по оформлению работ. Оформленное в соответствии со стандартами домашнее задание (реферат) сдается на кафедру Металлургических технологий и оборудования. Работа считается выполненной, если она зачтена преподавателем, ведущим занятия.

Участие в практических занятиях требует от студентов высокой степени самостоятельности и способствует более глубокому освоению теоретических положений и их практического использования.

Подготовка к экзамену по дисциплине заключается в изучении теоретического материала по конспектам лекций, источникам основной и дополнительной литературы.

Рекомендации по освоению дисциплины в дистанционной форме посредством электронной информационно-образовательной среды НИТУ «МИСИС» (ЭИОС), частью которой непосредственно предназначенной для осуществления образовательного процесса является Электронный образовательный ресурс LMS Moodle.

LMS Moodle используется преимущественно для асинхронного взаимодействия между участниками образовательного процесса посредством сети «Интернет».

Чтобы эффективно использовать возможности LMS Moodle, а соответственно и успешно освоить дисциплину, нужно:

1) зарегистрироваться на курс, для чего следует перейти по ссылке, выдаваемой сотрудниками деканата или преподавателем. Логин и пароль для регистрации и работе с курсом совпадает с логином и паролем от личного кабинета НИТУ МИСИС;

2) в рубрике «В начало» ознакомиться с содержанием курса, вопросами для самостоятельной подготовки, условиями допуска к аттестации, формой промежуточной аттестации (зачет/экзамен), критериями оценивания и др.;

3) в рубрике «Модули», заходя в соответствующие разделы изучать учебные материалы, размещенные преподавателем. В т.ч. пользоваться литературой, рекомендованной преподавателем, переходя по ссылкам;

4) в рубрике «Библиотека» возможно подбирать для выполнения письменных работ (контрольные, домашние работы, курсовые работы/проекты) литературу, размещенную в ЭБС НИТУ «МИСИС»;

5) в рубрике «Задания» нужно ознакомиться с содержанием задания к письменной работе, сроками сдачи, критериями оценки. В установленные сроки выполнить работу(ы), подгрузить здесь же для проверки. Если работа содержит рисунки, формулы, то с целью сохранения форматирования ее нужно подгружать в pdf формате.

Работа, подгружаемая для проверки, должна:

- содержать все структурные элементы: титульный лист, введение, основную часть, заключение, список источников, приложения (при необходимости);

- быть оформлена в соответствии с требованиями.

Преподаватель в течение установленного срока (не более десяти дней) проверяет работу и размещает в комментариях к заданию рецензию. В ней он указывает как положительные стороны работы, так замечания. При наличии в рецензии замечаний и рекомендаций, нужно внести поправки в работу, подгрузить ее заново для повторной проверки. При этом важно следить за сроками, в течение которых должно быть выполнено задание. При нарушении сроков, указанных преподавателем возможность подгрузить работу остается, но система выводит сообщение о нарушении сроков. По окончании семестра подгрузить работу не получится;

6) в рубрике «Тесты» пройти тестовые задания, освоив соответствующий материал, размещенный в рубрике «Модули»;

7) в рубрике «Оценки» отслеживать свою успеваемость;

8) в рубрике «Объявления» читать объявления, размещаемые преподавателем, давать обратную связь;

9) в рубрике «Обсуждения» создавать обсуждения и участвовать в них (обсуждаются общие моменты, вызывающие вопросы у большинства группы). Данная рубрика также может быть использована для взаимной проверки;

10) проявлять регулярную активность на курсе.

Преимущественно для синхронного взаимодействия между участниками образовательного процесса посредством сети «Интернет» используется система видеоконференцсвязи Microsoft Teams (MS Teams) или Zoom. Вариант используемой системы ВКС указывает преподаватель. Чтобы полноценно использовать его возможности нужно установить приложение ВКС на персональный компьютер и/или телефон. Старостам нужно создать группу в MS Teams или получить идентификационный номер конференции в Zoom. Система ВКС позволяет:

- слушать лекции;

- работать на практических занятиях;

- быть на связи с преподавателем, задавая ему вопросы или отвечая на его вопросы в общем чате.

При проведении занятий в дистанционном синхронном формате нужно всегда работать с включенной камерой.

Исключение – если преподаватель попросит отключить камеры и микрофоны в связи с большими помехами. На аватарках должны быть исключительно деловые фото.