

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Котова Лариса Анатольевна
Должность: Директор филиала
Дата подписания: 17.08.2024 15:50:07
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

Рабочая программа дисциплины (модуля) Основы трибологии и триботехники

Закреплена за подразделением Кафедра металлургических технологий и оборудования (Новотроицкий филиал)

Направление подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование

Профиль Металлургические машины и оборудование

Квалификация	Бакалавр	
Форма обучения	заочная	
Общая трудоемкость	8 ЗЕТ	
Часов по учебному плану	288	Формы контроля на курсах: зачет 3 зачет с оценкой 3
в том числе:		
аудиторные занятия	36	
самостоятельная работа	244	
часов на контроль	8	

Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	3		Итого	
	уп	рп		
Лекции	12	12	12	12
Практические	24	24	24	24
Итого ауд.	36	36	36	36
Контактная работа	36	36	36	36
Сам. работа	244	244	244	244
Часы на контроль	8	8	8	8
Итого	288	288	288	288

Программу составил(и):

д.т.н., Профессор, Дема Р.Р.

Рабочая программа

Основы трибологии и триботехники

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование (приказ от 25.11.2021 г. № 465 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

15.03.02 Технологические машины и оборудование, 15.03.02_22_Технологич. машины и оборудование_ПрММиО_заоч.plx
Металлургические машины и оборудование, утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСИС" в составе соответствующей ОПОП ВО 30.11.2021, протокол № 35

Утверждена в составе ОПОП ВО:

15.03.02 Технологические машины и оборудование, Metallургические машины и оборудование, утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСИС" 30.11.2021, протокол № 35

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра металлургических технологий и оборудования (Новотроицкий филиал)

Протокол от 13.03.2024 г., №8

Руководитель подразделения к.п.н., доцент, Нефедов А.В.

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
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Материаловедение	
2.1.2	Механика жидкости и газа	
2.1.3	Сопrotивление материалов	
2.1.4	Теоретическая механика	
2.1.5	Теория механизмов и машин	
2.1.6	Теплотехника	
2.1.7	Технология конструкционных материалов	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Компьютерная графика	
2.2.2	Конструирование машин и оборудования	
2.2.3	Курсовая научно-исследовательская работа (часть 1)	
2.2.4	Машины и агрегаты металлургического производства	
2.2.5	Основы проектирования	
2.2.6	Подъемно-транспортные машины	
2.2.7	САПР в металлургическом машиностроении	
2.2.8	Современные методы проектирования оборудования металлургического производства	
2.2.9	Экономика	
2.2.10	Электропривод и автоматизация металлургического оборудования	
2.2.11	Электропривод металлургических машин	
2.2.12	Динамика и прочность технологических машин	
2.2.13	Динамические расчеты машин и механизмов	
2.2.14	Курсовая научно-исследовательская работа (часть 2)	
2.2.15	Методы увеличения ресурса технологического оборудования	
2.2.16	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.17	Правоведение	
2.2.18	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.19	Промышленная экология	
2.2.20	Эксплуатация и ремонт металлургических машин	

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-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
Знать:
ПК-6-31 методы и средства диагностики повышенного износа на ранней стадии, используемых в отечественной и зарубежной практике
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 качества свежих и работающих масел, используемых в отечественной и зарубежной практике
УК-2: Способен собирать и интерпретировать данные и определять круг задач в рамках поставленной цели, выбирать оптимальные способы решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, умение обосновывать принятые решения
Знать:
УК-2-31 основы показателей качества свежих и работающих масел, методов и средств их контроля
ПК-7: Способен обоснованно выбирать и использовать новые цифровые технологии для повышения эффективности процессов проектирования, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта технологических машин и оборудования
Знать:
ПК-7-31 основы законов внутреннего и внешнего трения, трения скольжения и качения
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
Уметь:
ПК-6-У1 осуществлять экспресс оценку качества работающих масел по основным его показателям качества
ПК-7: Способен обоснованно выбирать и использовать новые цифровые технологии для повышения эффективности процессов проектирования, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта технологических машин и оборудования
Уметь:
ПК-7-У1 составлять расчётные схемы нагружения узлов трения
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
Уметь:
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
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
Уметь:
ПК-3-У1 определять и классифицировать типы изнашивания
УК-2: Способен собирать и интерпретировать данные и определять круг задач в рамках поставленной цели, выбирать оптимальные способы решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, умение обосновывать принятые решения
Уметь:
УК-2-У1 выбирать тип смазочного материала для основных типов агрегатов машин, производить расчет смазки подшипниковых узлов

Владеть:
УК-2-В1 методами восстановления изношенных поверхностей
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
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
Владеть:
ПК-5-В1 методикой безыносной эксплуатации узлов трения
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
Владеть:
ПК-3-В1 навыками расчёта узлов трения
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
Владеть:
ПК-6-В1 навыками расчета основных типов трибосопряжений, назначения и проведения мероприятий технического сервиса, обеспечивающих рациональное машиноиспользование

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
	Раздел 1. Введение. Основные понятия							
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/	3	1	УК-2-31 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		КМ1	
1.2	Основные законы и классификация видов трения. /Пр/	3	2	УК-2-У1 ПК-3-У1 ПК-5-У1 ПК-6-У1 ПК-7-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ1	
1.3	Самостоятельное изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям /Ср/	3	20	УК-2-У1 ПК-3-У1 ПК-5-У1 ПК-6-У1 ПК-7-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ1	

	Раздел 2. Некоторые свойства твёрдых тел и жидкостей							
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/	3	1	УК-2-31 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		КМ1	
2.2	Изучение строения поверхности веществ, основы химии твердого тела /Пр/	3	2	УК-2-У1 ПК-3-У1 ПК-5-У1 ПК-6-У1 ПК-7-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ1	
2.3	Самостоятельное изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям /Ср/	3	20	УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 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	
	Раздел 3. Формирование структуры деформированных металлов							
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/	3	2	УК-2-31 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		КМ1	
3.2	Выбор режимов термообработки для различных сплавов /Пр/	3	2	УК-2-У1 ПК-3-У1 ПК-5-У1 ПК-6-У1 ПК-7-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ1	
3.3	Написание реферата по индивидуальному заданию /Ср/	3	24	УК-2-31 УК-2-У1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-6-31 ПК-6-У1 ПК-7-31 ПК-7-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ1	Р1

3.4	Самостоятельное изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям /Ср/	3	20	УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 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	
Раздел 4. Трение								
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/	3	2	УК-2-31 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		КМ1	
4.2	Измерение коэффициента статического трения поверхностей различного качества и природы методом наклонной плоскости /Пр/	3	2	УК-2-У1 ПК-3-У1 ПК-5-У1 ПК-6-У1 ПК-7-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ1	
4.3	Влияние качества поверхности на величину коэффициента трения /Пр/	3	2	УК-2-У1 ПК-3-У1 ПК-5-У1 ПК-6-У1 ПК-7-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ1	
4.4	Измерение коэффициента динамического трения поверхностей различного качества и природы методом наклонной плоскости /Пр/	3	2	УК-2-У1 ПК-3-У1 ПК-5-У1 ПК-6-У1 ПК-7-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ1	
4.5	Самостоятельное изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям /Ср/	3	20	УК-2-У1 УК-2-В1 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		КМ1	

4.6	Подготовка к зачету /Ср/	3	24	УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 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	
4.7	Зачет /Зачёт/	3	0	УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 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	Л1.2Л2.3Л3.2 Э1 Э2		КМ1	
Раздел 5. Износ								
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/	3	1	УК-2-31 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	
5.2	Анализ видов повреждаемости и износа при трении /Пр/	3	2	УК-2-У1 ПК-3-У1 ПК-5-У1 ПК-6-У1 ПК-7-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ2	
5.3	Расчет параметров режима функционирования узла трения /Пр/	3	2	УК-2-У1 ПК-3-У1 ПК-5-У1 ПК-6-У1 ПК-7-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ2	
5.4	Методы и средства диагностики повышенного износа /Пр/	3	2	УК-2-У1 ПК-3-У1 ПК-5-У1 ПК-6-У1 ПК-7-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ2	

5.5	Самостоятельное изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям /Ср/	3	20	УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 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	
Раздел 6. Смазка								
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/	3	1	УК-2-31 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	
6.2	Расчет количества смазочного материала /Пр/	3	2	УК-2-У1 ПК-3-У1 ПК-5-У1 ПК-6-У1 ПК-7-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ2	
6.3	Расчет основных параметров систем пластичной смазки /Пр/	3	2	УК-2-У1 ПК-3-У1 ПК-5-У1 ПК-6-У1 ПК-7-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ2	
6.4	Расчет пар трения и составление карты смазки /Пр/	3	2	УК-2-У1 ПК-3-У1 ПК-5-У1 ПК-6-У1 ПК-7-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ2	
6.5	Выполнение домашнего задания на тему «Подбор смазочных материалов для подшипников скольжения, качения, и зубчатых передач» /Ср/	3	24	УК-2-У1 УК-2-В1 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	Р2

6.6	Самостоятельное изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям /Ср/	3	20	УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 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	
	Раздел 7. Обобщенные, физические представления о природе трения. Метод трибоэргодинамики							
7.1	Существо и необходимость обобщенного подхода. Термодинамический подход. Эргодинамика деформируемых тел. Обобщенные представления о пластической деформации. Структурная модель твердого тела. Физический смысл пластической деформации. Интегральный критерий повреждаемости. Обобщенные 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 – балансый 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/	3	2	УК-2-31 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	

7.2	Самостоятельное изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям /Ср/	3	16	УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 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	
	Раздел 8. Совместимость трибосистем и элементы аксиоматики машинного трения							
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/	3	2	УК-2-31 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	
8.2	Самостоятельное изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям /Ср/	3	16	УК-2-У1 УК-2-В1 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	
8.3	Подготовка к дифференцированному зачету /Ср/	3	20	УК-2-У1 УК-2-В1 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	
8.4	Дифференцированный зачет /ЗачётСОц/	3	8	УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 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	Л1.2Л2.3Л3.2 Э1 Э2		КМ2	

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	Зачет	УК-2-31;ПК-3-31;ПК-5-31;ПК-6-31;ПК-7-31	<p>Теоретические и практические вопросы билетов для проведения зачета:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Характеристики сил трения. 2. Трение чистых поверхностей. 3. Характеристики граничного трения. 4. Жидкостное трение и его характеристики. 5. Силы трения покоя и скольжения. 6. Закон Амонтона-Кулона. 7. Кинематка трущихся тел. 8. Конус трения. 9. Движение цапфы в опоре подшипника. 10. Гидродинамическое трение. 11. Диаграмма Герси-Штрибека. 12. Структура твердого тела. 13. Виды кристаллических решёток. 14. Дефекты кристаллических решёток. 15. Дислокации и механизмы их образования. 16. Типы поверхностей твёрдого трения. 17. Характеристики шероховатости. 18. Кривая опорной поверхности. 19. Силовое взаимодействие. 20. Двойственная природа трения. 21. Модель трения Епифанова. 22. Модель трения Камерона. 23. Двухчленный закон Крагельского-Дерягина. 24. Накопление и рассеивание энергии при трении. 25. Уравнение энергетического баланса. 26. Контактная температура и её расчёт. 27. Механизм антифрикционности. 28. Энергетические основы эволюции узлов трения. 29. Избирательный перенос. 30. Механизм трения металлополимерных соединений. 31. Выбор материалов для пар трения. 32. Свойства фрикционных материалов. 33. Свойства антифрикционных материалов. 34. Обработка поверхностей трения. 35. Физико- химическая обработка поверхностей. 36. Химическая обработка поверхностей. 37. Термическая обработка поверхностей. 38. Конструктивные мероприятия повышения долговечности узлов трения. 39. Гальванические покрытия поверхностей узлов трения. 40. Уплотнения узлов трения.

КМ2	Дифференцированный зачет	УК-2-31;ПК-3-31;ПК-5-31;ПК-6-31;ПК-7-31	<p>Вопросы для подготовки к дифференцированному зачету:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Назовите основные виды смазки. 2. Назовите основные виды смазочных материалов. Как они делятся по происхождению? 3. Какие требования предъявляются к смазочным материалам? 4. Назовите области применения различных видов смазочных материалов. 5. Какие достоинства и недостатки у жидких смазочных материалов? 6. В каких единицах измеряется динамическая и кинематическая вязкость масла? 7. Что такое условная вязкость? 8. Как зависит вязкость масла от температуры? 9. Что такое температурный коэффициент вязкости ТКВ? 10. Что такое индекс вязкости ИВ? 11. Чем определяется температурный диапазон применения масла? 12. Зачем в состав масла вводят присадки? Какие присадки Вы знаете? 13. Что входит в наименование индустриальных масел? 14. Какие достоинства и недостатки у пластичных смазочных материалов? 15. Как классифицируются пластичные смазочные материалы? 16. Назовите основные свойства пластичных смазочных материалов. 17. Какие достоинства и недостатки у твердых смазочных материалов? 18. Какие твердые смазочные материалы Вы знаете? 19. Из каких соображений осуществляют выбор смазочных материалов для закрытых зубчатых передач? 20. Из каких соображений осуществляют выбор смазочных материалов для открытых зубчатых передач? 21. Как осуществляется выбор смазочных материалов для подшипников качения? 22. В каких случаях для подшипников скольжения применяют твердые смазки? 23. В каких случаях для подшипников скольжения применяют пластичные смазки? 24. В каких случаях для подшипников скольжения применяют минеральные масла? 25. Какие смазочные материалы рекомендуются для смазки зубчатых муфт? 26. Какие смазочные материалы рекомендуются для смазки цепных передач? 27. Какие смазочные материалы рекомендуются для узлов трения, работающих при высоких температурах? 28. Какие смазочные материалы рекомендуются для узлов трения, работающих при низких температурах?
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	УК-2-У1;УК-2-В1;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"> 1. Силы трения и их основные характеристики. Классификация режимов трения. 2. Силы трения покоя и скольжения. Зависимость силы трения от скорости. Закон Амонто-на-Кулона. 3. Сухое, граничное. Жидкостное трение и его механизмы. 4. Трение качения. 5. Основные определения кинематики трущихся тел. Траектории движения двух соприкасающихся катков. 6. Конус трения. 7. Цапфа в подшипнике. Уравнение равновесия. 8. Гидродинамическое трение. Движение вала в подшипнике скольжения. 9. Эластогидродинамическая смазка. Диаграмма Герси-Штрибека. 10. Структура твердого тела. Виды кристаллических решёток. 11. Дефекты кристаллических решёток. 12. Поверхность твёрдого тела и её типы. 13. Основные характеристики шероховатости. Кривая опорной поверхности. 14. Силовое взаимодействие поверхностей твёрдых тел. Двойственная природа трения. 15. Двучленный закон в теории трения Крагельского-Дерягина. 16. Модели трения Епифанова, Камерона и др. 17. Накопление и рассеивание энергии при трении. Уравнение энергетического баланса. 18. Контактная температура и её расчёт. 19. Антифрикционность и её механизмы. 20. Эволюция узлов трения и её энергетические основы. 21. Представление о третьем теле. Избирательный перенос. 22. Особенности трения металлополимерных соединений. 23. Физико-химическая, термическая, химическая обработки поверхностей трения. 24. Гальванические покрытия. 25. Выбор материалов для пар трения. 26. Обработка поверхности трения.
P2	Выполнение контрольной работы на тему «Подбор смазочных материалов для подшипников скольжения, качения, и зубчатых передач» по вариантам	УК-2-У1;УК-2-В1;ПК-3-У1;ПК-3-В1;ПК-5-У1;ПК-5-В1;ПК-6-У1;ПК-6-В1	<p>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</p>

5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов 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 (5 семестр)
- 2). выполнение контрольной работы по теме «Подбор смазочных материалов для подшипников скольжения, качения, и зубчатых передач» по вариантам (6 семестр).

Промежуточная аттестация по УД осуществляется при использовании следующих обязательных форм контроля:

- 1). зачет (5-й семестр), который может проводиться в устной форме по билетам, включающим теоретические и практические вопросы, охватывающие все разделы УД, или в тестовой форме по тестовым заданиям в среде LMS Moodle. Тесты для зачета генерируются системой LMS Moodle из банка тестовых вопросов и заданий.
- 2). дифференцированный зачет (6-й семестр), который может проводиться в устной форме по билетам, включающим теоретические и практические вопросы, охватывающие все разделы УД, или в тестовой форме по тестовым заданиям в среде LMS Moodle. Тесты для зачета генерируются системой LMS Moodle из банка тестовых вопросов и заданий.

Ниже представлены образцы билетов для зачета и зачета с оценкой.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

НОВОТРОИЦКИЙ ФИЛИАЛ

Кафедра металлургических технологий и оборудования

БИЛЕТ для ЗАЧЕТА № 0

Дисциплина: «Основы трибологии и триботехники»

Направление: 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

Форма обучения: заочная

Форма проведения: устная

1. Гидродинамическое трение.
2. Контактная температура и её расчёт.
3. Гальванические покрытия поверхностей узлов трения.

Составил: доцент, к.т.н. _____

Зав. кафедрой МТиО _____

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

БИЛЕТ для дифференцированного зачета №0

Дисциплина: «Основы трибологии и триботехники»

Направление: 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

Форма обучения: заочная

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 № 77752 клетки кварто 500/1300x1200.

Составил: доцент, к.т.н. _____

Зав. кафедрой МТиО _____

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

1). 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

2). Критерии оценки контрольной работы

«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

3). Критерии оценки дифференцированного зачета 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.

4). Критерии оценки дифференцированного зачета 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, эл. адрес
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, эл. адрес
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,
Л2.3	Пенкин Н.С.	Основы трибологии и триботехники: Учебное пособие		Машиностроение, 2011,

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
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	Антивирус Kaspersky Endpoint Security для бизнеса-Раширенный Rus Edition 150 -249 Node 1y EDU RNW Lic.
П.3	Microsoft Office Professional Plus 2013 Russian OLP NL AcademicEdition;
П.4	Microsoft Teams
П.5	Zoom

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных**7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

Ауд.	Назначение	Оснащение
211	Учебная аудитория для занятий лекционного типа, практических занятий	Комплект учебной мебели на 44 мест для обучающихся, 1 стационарный компьютер для преподавателя с выходом в интернет, проектор, экран настенный, доска аудиторная меловая, веб камера, колонки, лицензионные программы MS Office, MS Teams, антивирус Dr.Web.
233	Учебная лаборатория "Прикладная механика" "Техническая механика"	Комплект учебной мебели на 20 мест для обучающихся, установка для определения главных напряжений при кручении и совместном действии изгиба и кручения, установка для определения критической силы для сжатого стержня большой гибкости, установка для определения линейных и угловых перемещений поперечных сечений статически определимой балки, установка для определения модуля сдвига при кручении, установка для определения модуля сдвига при кручении и главных напряжений при кручении и при совместном действии изгиба и кручения, установка для определения опорных реакций балок, установка для определения прогибов при косом изгибе, учебная лаборатория "Крутильно-разрывная машина".

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 двух семестров (5, 6 семестры 3-го курса).

Программа дисциплины включает лекционные и практические занятия, а также выполнение реферата и домашнего задания. Индивидуальные темы рефератов выдаются на практических занятиях установочной сессии (5 семестр), а варианты домашних заданий выдаются на практических занятиях зимней сессии (6 семестр), 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 зачету (5 семестр) и дифференцированному зачету (6 семестр) 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 Canvas, а соответственно и успешно освоить дисциплину, нужно:

1) зарегистрироваться на курсе, 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.