

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Куижева Саида Казбековна
Должность: Ректор
Дата подписания: 15.09.2021 11:26:18
Уникальный программный ключ:
71183e1134ef9cfa69b206d480271b3c

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Майкопский государственный технологический университет»

Факультет _____ Инженерно-экономический _____

Кафедра _____ Нефтегазового дела и энергетики _____



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.03 Трение и износ машин

(наименование дисциплины)

Направление подготовки

15.06.01 Машиностроение

(шифр, название направления)

Направленность (профиль) подготовки

Машиноведение, системы приводов и детали машин

(шифр, наименование направленности (профиля) программы)

Квалификация (степень) выпускника

Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения

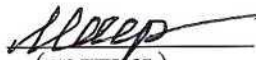
Очная, заочная

Майкоп, 2019

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО и учебного плана МГТУ по направлению подготовки 15.06.01 Машиностроение

Составитель рабочей программы:

Заведующий кафедрой нефтегазового
дела и энергетики к.т.н., доцент
(должность, ученое звание, степень)


(подпись)

Меретуков М.А.
(Ф.И.О.)

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры
Нефтегазового дела и энергетики
(наименование кафедры)

Заведующий кафедрой
«27» 04 2019 г.


(подпись)

Меретуков М.А.

Начальник управления
аспирантуры и докторантуры
«30» 04 2019 г.


(подпись)

Цеева З.А.

Программа утверждена на заседании
НТС ФГБОУ ВО «МГТУ»
Протокол № 3 от 30.04. 2019 г.

1. Цели и задачи учебной дисциплины.

Дисциплина «Трение и износ машин» – важная дисциплина, дающая аспирантам знания необходимые для решения инженерных задач в области трения, износа и смазки трибосопряжений машин. Дисциплина изучает основные трибологические закономерности для решения конкретных конструкторских, технологических и эксплуатационных задач, связанных с трением, износом и смазкой в машинах и механизмах.

Цель - изучение общих вопросов трения, износа и смазки трибосопряжений машин; приобретение теоретических знаний и практических навыков, необходимых для грамотной эксплуатации машин и оборудования и анализа причин износа основных трибосопряжений и путей повышений их износостойкости.

Задачами дисциплины являются изучение:

- основных трибологических закономерностей для решения конкретных конструкторских, технологических и эксплуатационных задач;
- принципов выбора материалов с необходимыми физико-механическими свойствами, степени точности, качества поверхности и условий эксплуатации деталей в подвижных соединениях;
- новейших методик расчета деталей машин и определения их оптимальных размеров, обеспечивающих прочность, долговечность и надежность в эксплуатации.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП по направлению подготовки 15.06.01 Машиностроение.

Курс входит в перечень обязательных дисциплин вариативной части ООП ВО подготовки кадров высшей квалификации в аспирантуре по направлению 15.06.01 Машиностроение.

Дисциплина «Трение и износ машин» базируется на знаниях в области: теории механизмов и машин, сопротивления материалов, деталей машин, технологии конструкционных материалов.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате изучения дисциплины аспирант должен:

знать:

- положения теории трения и изнашивания,
- характер изменения коэффициента трения от скорости, давления, смазки в контакте;
- методы расчета износа сопряжений; роль взаимного влияния микронеровностей;

уметь:

- пользоваться алгоритмом определения коэффициента трения; определять контактные характеристики при упругом и неупругом контакте;
- обрабатывать полученные результаты, анализировать и осмысливать их с учетом имеющихся литературных данных;
- вести библиографическую работу с привлечением современных информационных технологий; представлять итоги проделанной работы в виде отчетов, рефератов, статей, оформленных в соответствии с имеющимися требованиями, с привлечением современных средств редактирования и печати;

владеть:

- навыками экспериментального определения потерь в подвижном соединении, интенсивности изнашивания в сопряжениях.

- методами оптимального проектирования деталей машин с учетом уменьшения потерь на трение.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

общепрофессиональные компетенции (ОПК):

способностью научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства (ОПК-1);

способностью формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники (ОПК-2);

профессиональные компетенции (ПК)

способностью принимать эффективные проектные решения в условиях неопределенности отдельных исходных данных (ПК-2);

способностью проводить обработку и интерпретацию результатов натурных испытаний механизмов и машин (ПК-6).

4. Объем дисциплины и виды учебной работы. Общая трудоемкость дисциплины

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы по очной форме обучения.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов)

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц	Семестр
		3
Аудиторные занятия (всего)	20/0,55	20/0,55
В том числе:		
Лекции (Л)	5/0,14	5/0,14
Практические занятия (ПЗ)	15/0,42	15/0,42
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Самостоятельная работа (всего)	52/1,44	52/1,44
В том числе:		
Курсовой проект (работа)	-	-
Расчетно-графические работы	-	-
Реферат	-	-
<i>Другие виды СРС (если предусматриваются, приводится перечень видов СРС)</i>		
1. Подготовка к практическим работам и текущему контролю	18/0,5	18/0,5
2. Подготовка конспектов, докладов, самостоятельное изучение теоретического материала	34/0,94	34/0,94
Форма промежуточной аттестации: Экзамен	36/1,0	36/1,0
Общая трудоемкость	108/3,0	108/3,0

4.2. Объем дисциплины и виды учебной работы по заочной форме обучения.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов)

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц	Семестр
		4
Аудиторные занятия (всего)	10/0,28	10/0,28
В том числе:		
Лекции (Л)	4/0,11	4/0,11
Практические занятия (ПЗ)	6/0,17	6/0,17
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Самостоятельная работа (всего)	89/2,47	89/2,47
В том числе:		
Курсовой проект (работа)	-	-
Расчетно-графические работы	-	-
Реферат	-	-
<i>Другие виды СРС (если предусматриваются, приводится перечень видов СРС)</i>		
1. Подготовка к практическим работам и текущему контролю	40/1,11	40/1,11
2. Подготовка конспектов, докладов, самостоятельное изучение теоретического материала	49/1,36	49/1,36
Форма промежуточной аттестации: Экзамен	9/0,25	9/0,25
Общая трудоемкость	108/3,0	108/3,0

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины для аспирантов очной формы обучения

№ п/п	Раздел дисциплины	Неде- ля семе- стра	Виды учебной работы, включая самостоятельную и трудоёмкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Л	С/П З	ЛР	СРС	
1	Введение. Основные понятия	1-4	1	-	-	4	Блиц-опрос
2	Контактирование поверхностей твердых тел при трении и их свойства	4-7	-	2	-	4	Фронтальный опрос, проверка конспектов, принятие отчетов практических работ
3	Молекулярно-механическая теория трения	7-9	-	2	-	4	Опрос, обсуждение докладов, принятие отчетов практических работ
4	Теория усталостного изнашивания	9-10	1	2	-	4	Проверка конспектов, принятие отчетов практических работ
5	Абразивное изнашивание	10-12	1	2	-	4	Опрос, обсуждение докладов, принятие отчетов практических работ
6	Теории изнашивания	12-14	1	2	-	4	Опрос, обсуждение докладов, принятие отчетов практических работ
7	Механизм изнашивания деталей пар трения и рабочих органов машин	14-16	1	2	-	4	Опрос, обсуждение докладов, принятие отчетов практических работ
8	Виды разрушения рабочих поверхностей деталей и рабочих органов машин	16-17	-	2	-	4	Опрос, обсуждение докладов, принятие отчетов практических работ
9	Финишная антифрикционная безабразивная обработка (ФАБО) поверхностей деталей	17-18	-	1	-	4	Проверка конспектов, принятие отчетов практических работ
	Экзамен- 36/1,0	18					
	ИТОГО		5/0, 14	15/0 ,42	-	36/1,0	

5.2. Структура дисциплины для аспирантов заочной формы обучения

№ п/п	Раздел дисциплины	Виды учебной работы, включая самостоятельную и трудоемкость (в часах)			
		Л	С/ПЗ	ЛР	СРС
1	Введение. Основные понятия	1	-	-	9
2	Контактирование поверхностей твердых тел при трении и их свойства	-	-	-	10
3	Молекулярно-механическая теория трения	-	1	-	10
4	Теория усталостного изнашивания	1	-	-	10
5	Абразивное изнашивание	-	1	-	10
6	Теории изнашивания	1	1	-	10
7	Механизм изнашивания деталей пар трения и рабочих органов машин	1	1	-	10
8	Виды разрушения рабочих поверхностей деталей и рабочих органов машин	-	1	-	10
9	Финишная антифрикционная безабразивная обработка (ФАБО) поверхностей деталей	-	1	-	10
	Экзамен – 9/0,25				
	ИТОГО	4/0,11	6/0,17	-	89/2,42

5.3. Содержание разделов дисциплины «Трение и износ машин», образовательные технологии
Лекционный курс

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Трудоём- кость (часы)/ зач. ед.		Содержание	Формируе- мые компетенц ии	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательны е технологии
		ОФО	ЗФО				
1	Введение. Основные понятия	1/0,02 8	1/0,02 8	Триботехника. Предмет и объект ее изучения. Место триботехники в трибологии. Обобщенная трибологическая модель. Экономические причины появления науки о трении и износе.	ОПК-1 ОПК-2 ПК-2 ПК-6	знать: предмет и объект изучения триботехники. Место триботехники в трибологии. уметь: использовать обобщенную трибологическую модель. владеть: методами сравнения характеристик пар трения	Вводная лекция в форме презентации с применением опорных блок-схем и видео-материалов
2	Контактирование поверхностей твердых тел при трении и их свойства	-	-	Номинальная, контурная и фактическая площади контакта шероховатых тел. Основные геометрические характеристики поверхностей твердых тел. Пятна фактического контакта и их модели. Сферическая модель выступа микронеровности. Определение радиуса кривизны вершины микровыступа по профилограмме. Кривая опорной поверхности. Методика построения кривой опорной поверхности и аппроксимация начального участка опорной кривой степенной зависимостью. Определение параметров аппроксимирующей зависимости.	ОПК-1 ОПК-2 ПК-2 ПК-6	знать: основные геометрические характеристики поверхностей контакта уметь: пользоваться основной, дополнительной и справочной литературой по вопросам определения фактического пятна контакта и его модели владеть: методикой построения кривой опорной поверхности	Проблемные слайд-лекции, дискуссия, экспериментально-опытная работа
3	Молекулярно-механическая теория трения	-	-	Физическая модель возникновения сил внешнего трения. Молекулярная (адгезионная) и механическая (деформационная) составляющие силы трения, их количественные соотношения. Молекулярная составляющая силы трения, ее суть. Вывод формулы для молекулярной	ОПК-1 ОПК-2 ПК-2 ПК-6	Знать: основы построения физической модели возникновения сил внешнего трения. Уметь: оценивать молекулярную и механическую составляющие сил трения, их количественные соотношения.	Дискуссия, экспериментально-опытная работа

				составляющей силы трения (биномиальный закон молекулярного трения), смысл коэффициентов.		Владеть: навыками расчета молекулярной составляющей силы трения	
4	Теория усталостного изнашивания	1/0,02 8	1/0,02 8	Физическая модель износа. Механизм накопления повреждений в поверхностном слое тела трения. Характеристики изнашивания. Интегральная линейная интенсивность изнашивания, массовая объемная и энергетическая интегральные характеристики, их связь с линейной. Удельная интенсивность изнашивания.	ОПК-1 ОПК-2 ПК-2 ПК-6	Знать: механизм накопления повреждений в поверхностном слое тела трения. Уметь: анализировать характеристики изнашивания Владеть: навыками по проведению расчета удельной интенсивности изнашивания.	Слайд-лекция, экспериментально-опытная работа
5	Абразивное изнашивание	1/0,02 8	-	Понятие абразива и абразивного изнашивания. Виды абразивного изнашивания. Физическая модель абразивного износа о неподвижно закрепленные частицы абразива. Простейшая математическая модель абразивного износа о неподвижно закрепленные частицы. Износ поверхностей трения под действием свободного (незакрепленного) абразива. Три случая абразивного износа трущихся сопряжений. Условие дробления абразива.	ОПК-1 ОПК-2 ПК-2 ПК-6	Знать: виды абразивного изнашивания. Уметь: оценивать вид абразивного износа Владеть: навыками составления математической модели абразивного износа	Проблемная дискуссия, экспериментально-опытная работа
6	Теории изнашивания	1/0,02 8	1/0,02 8	Теория прогнозирования износа деталей машин. Нулевой и измеримый износ. Суть нулевого износа. Методика прогнозирования нулевого износа. Модель измеримого износа. Два типа износа. Методика прогнозирования измеримого износа. Энергетическая теория износа Фляйшера.	ОПК-1 ОПК-2 ПК-2 ПК-6	Знать: основы теории прогнозирования износа деталей машин Уметь: определять нулевой и измеримый износ. Владеть: навыками прогнозирования износа	Слайд-лекция, экспериментально-опытная работа
7	Механизм изнашивания деталей пар трения и рабочих органов машин	1/0,02 8	1/0,02 8	Механизм изнашивания металлических поверхностей. Изменения, вызванные деформацией. Влияние повышения температуры. Химическое действие среды. Разрушение поверхностей трения.	ОПК-1 ОПК-2 ПК-2 ПК-6	Знать: Механизм изнашивания металлических поверхностей Уметь: оценивать изменения, вызванные деформацией. Владеть: навыками расчета разрушения поверхности с учетом	Слайд-лекция, экспериментально-опытная работа

						воздействия температуры и химического действия среды	
8	Виды разрушения рабочих поверхностей деталей и рабочих органов машин	-	-	Классификация видов изнашивания. Изменение свойств элементов системы (топографии, состава, прочностных свойств поверхностей).	ОПК-1 ОПК-2 ПК-2 ПК-6	Знать: классификацию видов изнашивания. Уметь: оценивать влияние различных факторов на свойства элементов системы Владеть: навыками расчета различных видов разрушения поверхности	Слайд-лекция, экспериментально-опытная работа
9	Финишная антифрикционная безабразивная обработка (ФАБО) поверхностей деталей	-	-	Сущность процесса. Антифрикционные покрытия прутковых материалов. ФАБО в металлоплакирующих рабочих средах.	ОПК-1 ОПК-2 ПК-2 ПК-6	Знать: сущность процесса финишной антифрикционной безабразивной обработки Уметь: оценивать эффективность нанесения покрытия Владеть: методикой нанесения антифрикционного безабразивного покрытия	Проблемная дискуссия, экспериментально-опытная работа
	Итого	5/0,14	4/0,11				

5.4. Практические и семинарские занятия, их наименование, содержание и объем в часах

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических работ	Объем в часах/ трудоемкость в зач. ед.	
			ОФО	ЗФО
1	Тема 2. Контактирование поверхностей твердых тел при трении и их свойства	Изучение геометрических характеристик поверхностей трения твёрдых тел.	2/0,055	-
2	Тема 3. Молекулярно-механическая теория трения	Экспериментальное и теоретическое определение основных параметров равновесной шероховатости	2/0,055	1/0,028
3	Тема 4. Теория усталостного изнашивания	Изучение молекулярно-механического трения при сухом и граничном режимах	2/0,055	-
4	Тема 5. Абразивное изнашивание	Экспериментальное и теоретическое изучение износа в условиях режима сухого трения	2/0,055	1/0,028
5	Тема 6. Теории изнашивания	Экспериментальное и теоретическое изучение абразивного износа	2/0,055	1/0,028
6	Тема 7. Механизм изнашивания деталей пар трения и рабочих органов машин	Теоретическое изучение потерь на трение	2/0,055	1/0,028
7	Тема 8. Виды разрушения рабочих поверхностей деталей и рабочих органов машин	Исследование фрикционных характеристик твёрдых тел	2/0,055	1/0,028
8	Тема 9. Финишная антифрикционная безабразивная обработка (ФАБО) поверхностей деталей	Определение интенсивности изнашивания и ресурса пары трения	1/0,028	1/0,028
Итого			15/0,42	6/0,17

5.5. Лабораторные занятия, их наименование и объем в часах

Лабораторные занятия учебным планом не предусмотрены.

5.6. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Курсовой проект (работа) учебным планом не предусмотрен.

5.7. Самостоятельная работа аспирантов

Содержание и объем самостоятельной работы аспирантов

№ п/п	Разделы и темы рабочей программы самостоятельного изучения	Перечень домашних заданий и других вопросов для самостоятельного изучения	Сроки выполнения	Объем в часах / трудоемкость в з.е.	
				ОФО	ЗФО
1	Раздел 1. Введение. Основные понятия	Подготовка конспектов, научных докладов, самостоятельное изучение теоретического материала	1-4 недели	4/0,11	9/0,25
2	Раздел 2. Контактирование поверхностей твердых тел при трении и их свойства	Подготовка конспектов, научных докладов, самостоятельное изучение теоретического материала	4-7 недели	4/0,11	10/0,28
3	Раздел 3. Молекулярно-механическая теория трения	Подготовка конспектов, научных докладов, самостоятельное изучение теоретического материала	7-9 недели	4/0,11	10/0,28
4	Раздел 4. Теория усталостного изнашивания	Подготовка конспектов, научных докладов, самостоятельное изучение теоретического материала.	9-10 недели	4/0,11	10/0,28
5	Раздел 5. Абразивное изнашивание	Подготовка конспектов, научных докладов, самостоятельное изучение теоретического материала.	10-12 недели	4/0,11	10/0,28
6	Раздел 6. Теории изнашивания	Подготовка конспектов, научных докладов, самостоятельное изучение теоретического материала.	12-14 недели	4/0,11	10/0,28
7	Раздел 7. Механизм изнашивания деталей пар трения и рабочих органов машин	Подготовка конспектов, докладов, самостоятельное изучение теоретического материала.	14-16 недели	4/0,11	10/0,28
8	Раздел 8. Виды разрушения рабочих поверхностей деталей и рабочих органов машин	Подготовка научного доклада и к текущему контролю.	16-17 недели	4/0,11	10/0,28
9	Раздел 9. Финишная антифрикционная безабразивная обработка (ФАБО) поверхностей деталей	Подготовка конспектов, научных докладов, самостоятельное изучение теоретического материала.	17-18 недели	4/0,11	10/0,28
	Итого:			36/1,0	89/2,47

6.Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) «Трение и износ машин».

6.1 Методические указания (собственные разработки)

Меретуков М.А. Основы триботехники. Курс лекций: учебное пособие. Краснодар: Издательский Дом-Юг, 2012.-88с.

6.2 Литература для самостоятельной работы

1. Доценко, А.И. Основы триботехники [Электронный ресурс]: учебник / А.И. Доценко, И.А. Буяновский. - М.: ИНФРА-М, 2014. - 336 с. - ЭБС «Znanium. com» - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=405409>

2. Оценка надежности машин и оборудования: теория и практика [Электронный ресурс]: учебник/ И.Н. Кравченко и др.; под ред. И.Н. Кравченко. - М.: Альфа-М: Инфра-М, 2012. - 336 с. - ЭБС «Znanium. com» - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=307370>

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Этапы формирования компетенции (номер семестр согласного учебному плану)	Наименование учебных дисциплин, формирующих компетенции в процессе освоения образовательной программы
ОПК-1: способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства	
4	Машиноведение, системы приводов и детали машин
2	Динамика, работоспособность и надёжность машин
3	Трение и износ машин
4	Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
7,8	Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук
8	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
8	Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)
ОПК-2: способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники	
4	Машиноведение, системы приводов и детали машин
2	Динамика, работоспособность и надёжность машин
3	Трение и износ машин
2	Основы математического моделирования
4	Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
1,2,3,4,5,6	Научно-исследовательская деятельность
7,8	Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на

	соискание ученой степени кандидата наук
8	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
8	Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)
ПК-2: способность принимать эффективные проектные решения в условиях неопределенности отдельных исходных данных	
4	Машиноведение, системы приводов и детали машин
3	Трение и износ машин
4	Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
5	Педагогическая практика
7,8	Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук
8	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
8	Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)
ПК-6: способность проводить обработку и интерпретацию результатов натурных испытаний механизмов и машин	
4	Машиноведение, системы приводов и детали машин
2	Динамика, работоспособность и надёжность машин
3	Трение и износ машин
2	Математические методы статистической обработки экспериментальных данных
4	Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
5	Педагогическая практика
7,8	Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук
8	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
8	Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания

Планируемые результаты освоения компетенции (в рамках дисциплины, модуля, практики)	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично	
ОПК-1: способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства					
Знать: основные положения теории и практики моделирования механических систем и процессов; конструктивные особенности машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования.	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	научный доклад
Уметь: формулировать основные требования к параметрам конструкции и технологическим процессам машиностроительного производства; научно обоснованно оценить новое решение в области построения машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства; предвидеть основные промежуточные и конечные результаты, ожидаемый эффект и прогнозируемые последствия применения нового решения.	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	
Владеть: навыками применения современных методов и технологий моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства.	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	
ОПК-2: способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники					
Знать: области применения и методы решения нетиповых задач математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники.	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	Тест, экзамен, научный доклад

Уметь: использовать различные методы проведения научных исследований и выполнения разработок при решении нетиповых задач математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники.	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	
Владеть: навыками формулировки и решения нетиповых задач математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники.	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	
ПК-2: способность принимать эффективные проектные решения в условиях неопределенности отдельных исходных данных					
Знать: терминологию и основные понятия, используемые при проектировании и конструировании деталей и узлов машин; основы теории проектирования и конструирования деталей и узлов машин; основные требования к объекту проектирования и конструирования деталей машин.	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	Тест, экзамен, научный доклад
Уметь: ставить задачу и самостоятельно принимать эффективные проектные решения в условиях неопределенности отдельных исходных данных.	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	
Владеть: методами проектирования и конструирования деталей и узлов машин; навыками самостоятельного принятия эффективных проектных решений в условиях неопределенности отдельных исходных данных.	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	
ПК-6: способность проводить обработку и интерпретацию результатов натурных испытаний механизмов и машин					
Знать: требования, предъявляемые к проведению натурных испытаний механизмов и машин.	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	Тест, экзамен, научный доклад
Уметь: отбирать и анализировать необходимую информацию; наглядно представлять и продвигать полученные результаты; проводить обработку и	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	

интерпретацию результатов натурных испытаний механизмов и машин.					
Владеть: навыками формулирования и аргументированного представления результатов натурных испытаний.	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	

7.3. Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Текущий контроль успеваемости, т.е. проверка усвоения учебного материала, регулярно осуществляемая на протяжении семестра.

Список вопросов для проведения устного опроса аспирантов

Раздел 1

1. Укажите основные разделы триботехники и вопросы изучаемые этими разделами.
2. Какие проблемы возникают при эксплуатации техники в результате трения и износа узлов и деталей машин?
3. Какие убытки возникают от трения и износа в узлах машин?
4. Какие сроки службы у наиболее быстро изнашиваемых узлов и деталей машин?
5. Какими параметрами оцениваются шероховатости поверхностей деталей?
6. Укажите характер остаточных напряжений после снятия внешних нагрузок.
7. Какие структурные и фазовые превращения происходят на поверхности деталей при их деформировании?
8. Привести структуру поверхностного слоя шлифованной детали из углеродистой стали.
9. Укажите физико-химические свойства поверхностей тел.
10. Объясните возникновение поверхностной энергии детали.
11. Что такое адсорбция и хемосорбция?
12. Что такое адсорбционный эффект понижения прочности (эффект Ребиндера)?
13. Каким образом осуществляется контакт шероховатых поверхностей тел?
14. Из каких составляющих состоит сила трения скольжения? Из каких составляющих состоит сила трения качения?
15. Какими параметрами характеризуется процесс изнашивания пар трения?
16. Какое влияние оказывает повышение температуры поверхности трения на процесс изнашивания?
17. Объяснить механизм изнашивания металлических поверхностей.
18. Усталость при изнашивании металлических поверхностей
19. В чем заключается особенности механизма изнашивания полимеров и резины
20. Перечислить и объяснить характер основных видов изнашивания.

Раздел 2:

1. Перечислить и объяснить характер основных видов изнашивания
2. В чем заключается водородное изнашивание?
3. Что такое абразивное изнашивание?
4. Что такое окислительное изнашивание?
5. Что такое изнашивание вследствие пластической деформации?
6. В чем заключается изнашивание вследствие диспергирования?
7. Что такое изнашивание в результате выкрашивания вновь образующихся структур?
8. Что такое гидро- и газоабразивное изнашивание?
9. Что такое эффект безыносности и избирательный перенос?
10. Объяснить механизм образования сервовитной плёнки.
11. Избирательный перенос в условиях абразивного износа
12. Правила выбора материалов трущихся поверхностей пар трения?
13. Правила сочетания материалов.
14. Методика подбора материалов пар трения .
15. Как осуществляется предварительный и окончательный выбор материалов пар трения
16. Расчетно-конструктивная оценка работоспособности узла трения
17. Конструктивные способы повышения износостойкости детали.

18. Технологические способы повышения износостойкости деталей.
19. Обработка резанием
20. Пластическое деформирование

Темы научных докладов

1. Движение диска со смещенным центром масс по плоскости с анизотропным трением.
2. Анализ взаимного влияния пятен контакта при скольжении периодической системы неровностей по вязкоупругому основанию винклеровского типа.
3. Прочностные свойства, структура и износостойкость композитов ПТФЭ - технический углерод.
4. Влияние жидкостного мениска на величину поверхностных сил.
5. Флуоресцентный метод оперативной оценки состояния смазочного материала трибосистем.
6. Влияние теплопередачи в окружающую среду на поверхностную температуру колеса при торможении.
7. Нелинейные формы установившихся виброколебаний механического контакта. Симметричные тангенциальные колебания.
8. Методика и результаты исследования металлополимерного контактного сопряжения в условиях предварительного смещения.
9. Инициирование термораскалывания материалов фрикционным нагревом
10. Перспективы развития трибодиагностики.
11. Методика оптимизации узлов трения машин с учетом неопределенности информации в исходных данных.
12. Наноструктуры углерода: свойства и перспективы применения в порошковых композиционных материалах триботехнического назначения.
13. Оценка износостойкости керамических материалов ускоренным методом.
14. Минимизация напряженного состояния втулки контактной пары.
15. Трение структурированной магнитной жидкости при скольжении по твердой поверхности.
16. Методы регистрации температуры при трении и механической обработке твердых тел.

Тестовые задания для самоконтроля

1. Совокупность каких характеристик понимают под качеством поверхности, определяющих ее состояние?
 - А) Кинематических, физических, химических и механических.
 - В) Физических, химических, механических и силовых.
 - С) Геометрических, кинематических, силовых, химических
 - Д) Геометрических, силовых, химических и механических.
 - Е) Геометрических, физических, химических и механических.
2. Как происходит взаимодействие между твердыми телами в зонах фактического касания при наличии окружающей среды?
 - А) Между самими твердыми телами.
 - В) Между ионами твердых тел
 - С) Между атомами твердых тел
 - Д) Между пленками покрывающими твердые тела
 - Е) Между кристаллическими решетками твердых тел.
3. Что влияет значительно на свойства поверхностных слоев?
 - А) Окружающая среда
 - В) Химическая обработка
 - С) Механическая обработка

- D) Внешние силы
E) Внешние деформации
4. При каком виде обработки, вследствие какой деформации поверхностного слоя и влияния какого фактора в поверхностном слое отмечается понижение плотности и возникновение остаточных деформации и т.д.?
- A) При сварке, вследствие пластической деформации и влияния воздействия внешних сил.
B) При резании, вследствие пластической деформации и влияния окружающей среды.
C) При сверлении, вследствие упругой деформации и влияния температуры.
D) При резании, вследствие упруго-пластической деформации и влияния влажности.
E) При сварке, упругой деформации и влияния воздействия давления.
5. От влияния каких факторов зависят величина и знак (сжатие или растяжения) макронапряжений в поверхностных слоях?
- A) От методов и режимов обработки, применяемых СОЖ качества инструмента, а также от предварительной обработки.
B) От температуры, давления, влажности, а также от приработки поверхностных слоев.
C) От вида механической обработки, а также от влияния окружающей среды.
D) От внешних сил и деформаций, а также дополнительной обработки.
E) От характера взаимодействия кристаллических решеток, а также от диффузионных процессов.
6. Согласно анализа напряженного состояния зон фактического касания какую величину составляет толщина деформированных поверхностных слоев и при каких условиях?
- A) При сухом трении и пластических деформациях составляет 30...50 мкм.
B) При внутреннем трении и упругопластических деформациях составляет 15...30 мкм.
C) При внешнем трении и упругих деформациях составляет 3...25 мкм.
D) При внутреннем трении и пластических деформациях составляет 0...15 мкм.
E) При сухом трении и упругих деформациях составляет 0...50 мкм.
7. При каких деформациях в зонах касания твердых тел какова величина толщина слоев, вовлекаемых в деформацию?
- A) При пластических деформациях 17...78 мкм
B) При упругих деформациях, 5...62 мкм
C) При упруг-пластических деформациях, 0...25 мкм
D) При упругих деформациях, 0...16 мкм
E) При упруг-пластических деформациях, 10...45 мкм
- Ключ: правильный ответ-А.
8. В каких пределах изменяется величина среднего статического диаметра пятна и чему равна величина плоскости деформирования охватываемых поверхностных слоев?
- A) От 22 до 37 мкм и 2,5 диаметра пятна касания
B) От 0 до 12 мкм и 2,0 диаметра пятна касания
C) От 15 до 32 мкм и 3,0 диаметра пятна касания
D) От 20 до 35 мкм и 3,5 диаметра пятна касания
E) От 2 до 17 мкм и 1,5 диаметра пятна касания.
9. Какого значения по величине не превышает толщина поверхностных слоев, имеющих отличные от основного материала механические свойства?
- A) Не превышает 100 мкм
B) Не превышает 60 мкм
C) Не превышает 70мкм
D) Не превышает 90 мкм
E) Не превышает 80 мкм
10. Какое определение макроотклонения правильное?
- A) Регулярные отклонения поверхности от правильной геометрической формы (бочкообразность, конусообразность, отклонение от плоскостности и т.д.).

- В) Периодические отклонения от геометрической формы детали (равные по размерам возвышения и впадины).
- С) Непериодические отклонения от геометрической формы детали (неравные по размерам возвышения и впадины).
- Д) Нерегулярные отклонения поверхности от правильной геометрической (бочкообразность или вогнутость, конусообразность, отклонение от плоскостности и т.д.).
- Е) Отклонения геометрической формы профиля волнистой поверхности от геометрической формы.

11. Какое определение шероховатости правильное?

- А) Микроотклонения геометрического профиля волнистой поверхности от геометрической формы.
- В) Периодические отклонения геометрического профиля волнистой поверхности от геометрической формы.
- С) Регулярные отклонения геометрического профиля волнистой поверхности от геометрической формы.
- Д) Аперриодические отклонения геометрического профиля волнистой поверхности от геометрической формы.
- Е) Макроотклонения геометрического профиля волнистой поверхности от геометрической формы.

12. Какое определение волнистости правильное?

- А) Периодические макроотклонения геометрической формы детали (равные по размерам возвышения и впадины).
- В) Непериодические макроотклонения от геометрической формы детали (неравные по размерам возвышения и впадины).
- С) Более или менее периодические микроотклонения от геометрической формы детали (равные и неравные по размерам возвышения и впадины).
- Д) Регулярные макроотклонения от геометрической формы детали (равные по размерам возвышения и впадины).
- Е) Более или менее непериодические микро отклонения от геометрической формы детали (неравные по размерам возвышения и впадины).

13. Какую модель шероховатой поверхности наиболее часто используют?

- А) Цилиндрическую
- В) Кубическую
- С) Конусную
- Д) Бочкообразную
- Е) Сферическую

14. По какой зависимости правильно определяют величину нормальной нагрузки N_i , вызывающей сближение между поверхностями на основании решения Герца?

$$\begin{aligned} \text{А) } N_i &= \frac{1,53hi^{3/2}R^{5/2}E}{1-\mu^3}; & \text{В) } N_i &= \frac{1,33hi^{3/2}R^{1/2}E}{1-\mu^2}; \\ \text{С) } N_i &= \frac{1,43h^{1/2}R^{3/2}E}{1-\mu^2}; & \text{Д) } N_i &= \frac{1,23hi^{1/2}R^{3/2}E}{1-\mu^3}; & \text{Е) } N_i &= \frac{1,13hi^{3/2}R^{3/2}E}{1-\mu^2} \end{aligned}$$

15. По какой зависимости правильно определяют величину нормальной нагрузки N_i , вызывающей сближение между поверхностями?

$$\text{А) } N = \sum_0^r N_i \alpha n_r; \quad \text{В) } N = \sum_0^i N_i \alpha n_i; \quad \text{С) } N = \sum_0^e N_r d i_r;$$

$$D) N = \int_0^{\varepsilon} N_i dn_r ; \quad E) N = \int_0^r N_r dn_i .$$

16. В каком случае имеет место упругий насыщенный контакт?

- A) Самый низкий контакт в пределах контурной площади касания, макровыступ контактирует с контртелом.
- B) Нормальный контакт в пределах контурной площади касания, макровыступ контактирует с контртелом.
- C) Самый высокий контакт в пределах контурной площади касания, микро выступ контактирует с контр телом.
- D) Самый низкий контакт в пределах контурной площади касания, макровыступ контактирует контр телом.
- E) Нормальный контакт в пределах контурной площади касания макровыступ контактирует с контртелом.

17. В каком случае имеет место упругопластический контакт при взаимодействии твердых тел?

- A) У некоторой части контактирующих микронеровностей в зонах касания одновременно имеют место упругие деформации.
- B) У некоторой части контактирующих микронеровностей в зонах касания одновременно имеют место упругие и пластические деформации.
- C) У некоторой части контактирующих микронеровностей в зонах касания одновременно имеют место пластические деформации.
- D) Контактующие микронеровности в зонах касания неодновременно имеют место упруго-пластические деформации.
- E) Контактующие микро- и макронеровности в зонах касания неодновременно имеют место упруго-пластические деформации.

18. В какой точке зоны контакта микронеровности и какие деформации появляются?

- A) Где минимальные нормальные напряжения достигают давления упругости; пластические деформации.
- B) Где минимальные нормальные напряжения достигают давления упругости; упругие деформации.
- C) Где максимальные нормальные напряжения достигают давления текучести, пластические деформации.
- D) Где максимальные касательные напряжения достигают давления текучести, упругие деформации.
- E) Где минимальные касательные напряжения достигают давления текучести, упруго-пластические деформации.

19. На каких участках единичного контакта ориентировочно можно считать появление пластических деформации?

- A) Где касательные напряжения достигают давления текучести, которое равно твердости по Роквеллу.
- B) Где нормальные напряжения достигают давления упругости, которое равно твердости по Роквеллу.
- C) Где касательные напряжения достигают давления упругости, которое равно твердости по Виккерсу.
- D) Где нормальные напряжения достигают давления текучести, которое приблизительно равно твердости по Бринеллю.
- E) Где касательные напряжения достигают давления текучести, которое равно твердости по Виккерсу.

20. Когда и при каких условиях фактические площади касания в зонах касания равны?

- A) В статике и при качении в условиях упругих деформаций.
- B) В динамике и при качении в условиях пластических деформаций.

- С) В динамике и при скольжении в условиях упругих деформаций.
 D) В статике и при скольжении в условиях пластических деформаций.
 E) В статике и при скольжении в условиях упругих деформаций.
21. Какие виды являются наиболее распространенными видами изнашивания?
 A) Абразивное, адгезионное, усталостное кавитационное, коррозионное и эрозионное.
 B) Молекулярное, адгезионное, механическое, усталостное, коррозионное и физическое.
 C) Адгезионное, механическое физическое, коррозионное, эрозионное и молекулярное.
 D) Адгезионное, усталостное, молекулярное, физическое, кавитационное и эрозионное.
 E) Абразивное, механическое, молекулярное, коррозионное, физическое и адгезионное.
22. Какое внедрение происходит при контактировании твердых тел с широкими поверхностями?
 A) Внедрение менее жестких микро неровностей в менее жесткое контр тело.
 B) Внедрение более жестких микро неровностей в менее жесткое контр тело.
 C) Внедрение менее жестких макро неровностей в более жесткое контр тело.
 D) Внедрение одинаковых по жесткости макро неровностей в контр тело.
 E) Внедрение неодинаковых по жесткости микро неровностей в контр тело.
23. Какие виды интегральных интенсивности изнашивания используют для характеристики изнашивания поверхностей трения?
 A) Точечную I_t . Поверхностную I_f . Объемную I_v
 B) Линейную I_n . поверхностную I_f . Объемную I_v
 C) Линейную I_n . Массовую I_g . Энергетическую I_w
 D) Точечную I_t . Поверхностную I_f . Массовую I_g .
 E) Поверхностную I_f , объемную I_v , энергетическую I_w
24. По каким зависимостям правильно определяют линейную, I_h , массовую I_g , и энергетическую интенсивности I_w ?
 A) $I_h = \frac{L}{h} = \frac{L \cdot Aa}{V}; I_g = \frac{\Delta P \cdot Aa}{L} u I_\omega = \frac{T}{VL}$ B) $I_h = \frac{V \cdot L}{Aa}, I_g = \frac{\Delta P \cdot L}{Aa}; u I_\omega = \frac{VT}{L}$
 C) $I_h = \frac{V \cdot Aa}{L}, I_g = \frac{L \cdot Aa}{\Delta P}; u I_\omega = \frac{V \cdot L}{T}$ D) $I_h = \frac{h}{L} \pm \frac{V}{LAa}, I_g = \frac{\Delta P}{AaL} u I_\omega = \frac{V}{TL}$
 E) $I_h = \frac{h}{L} \pm \frac{V}{LAa}, I_g = \frac{\Delta P \cdot Aa}{L} u I_\omega = \frac{VT}{L}$
25. Что содержат смазочные материалы, применяемые в подвижных сопряжениях машин и механизмов, а также чем они являются?
 A) Стимуляторы: активные вещества (AB).
 B) Стабилизаторы: поверхностные вещества (ПВ).
 C) Пассификаторы: коррозионные вещества (KB).
 D) Стимуляторы: поверхностные вещества (ПВ).
 E) Присадки различного назначения: поверхностно-активные вещества (ПАВ) или коррозионная среда.
26. На что оказывает влияние наличие поверхностно-активных веществ (ПАВ)?
 A) На силовое взаимодействие и на разрушение поверхностных слоев.
 B) На молекулярное взаимодействие и на диффузионные процессы.
 C) На атомно-молекулярное взаимодействие и на диффузионные процессы.
 D) На адгезионное взаимодействие и на упрочнение поверхностных слоев.
 E) На кавитационное взаимодействие и на стабилизацию поверхностных слоев.
27. При каком виде трения применяемые нагрузки часто приводят к появлению каких деформаций в зонах фактического касания взаимодействующих тел?
 A) При трении качения, упругих деформаций.
 B) При внешнем трении, пластических деформаций.
 C) При трении скольжении, упругих деформаций.
 D) При внутреннем трении, пластических деформаций.
 E) При внешнем трении, упругих деформаций.

28. Без анализа каких характеристик невозможен успешный выбор материалов?
 А) Геометрических и динамических.
 В) Геометрических, кинематических и динамических.
 С) Конструкционных и кинематических.
 D) Конструкционных и динамических.
 Е) Геометрических, кинематических и динамических.
29. Какие значения коэффициента трения используют в муфтах сцепления и тормозах в зависимости от конструкции узла трения для оценки его функциональных свойств?
 А) Средний коэффициент трения; средний геометрический коэффициент трения.
 В) Средний коэффициент трения; максимальный коэффициент трения.
 С) Минимальный коэффициент трения; максимальный коэффициент трения.
 D) Максимальный коэффициент трения; средний арифметический коэффициент трения.
 Е) Минимальный коэффициент трения; средний арифметический коэффициент трения.
30. Какие значения коэффициента трения f в муфтах сцепления является оптимальными?
 А) $f = 0,1...0,15; 30$; В) $f = 0,25...0,3; 30$; С) $f = 0,15...0,25$; D) $f = 0,1...0,2$; Е) $f = 0,3...0,4$

Правильные ответы

№	Пр. ответ	№	Пр. ответ	№	Пр. ответ
1.	Е	11.	А	21.	А
2.	D	12.	С	22.	В
3.	С	13.	Е	23.	С
4.	В	14.	В	24.	D
5.	А	15.	D	25.	Е
6.	С	16.	А	26.	А
7.	А	17.	В	27.	В
8.	Е	18.	С	28.	С
9.	В	19.	D	29.	D
10.	D	20.	Е	30.	Е

**Вопросы к экзамену по дисциплине
«Трение и износ машин»**

1. Введение. Основные понятия.
2. Сроки службы трущихся деталей.
3. Этапы развития науки о трении.
4. Рабочие поверхности деталей и их контактирование.
5. Остаточные напряжения, структурные и фазовые превращения.
6. Показатели качества поверхности.
7. Физико-химические свойства поверхностей деталей.
8. Эффект Ребиндера.
9. Пленки на металлических поверхностях.
10. Контактное взаимодействие деталей.
11. Взаимное внедрение поверхностей.
12. Трение и изнашивание деталей и рабочих органов машин.
13. Анализ теорий трения покоя.
14. Трение – результат однократного пластического отеснения материала.
15. Трение – результат многократного отеснения материала и адгезии.
16. Анализ исследований по трению скольжения.
17. Виды нарушения фрикционных связей.
18. Трение без смазочного материала.
19. Механизм трения при граничной смазке.
20. Жидкостная смазка.
21. Гидродинамические опоры скольжения.

22. Смешанное трение.
23. Режим трения в подшипнике скольжения.
24. Трение качения.
25. Механизм изнашивания металлических поверхностей.
26. Коррозия.
27. Влияние различных факторов на изнашивание.
28. Элементарные виды разрушения поверхностей.
29. Усталость при изнашивании металлических поверхностей.
30. Механизм изнашивания полимеров и резины.
31. Стадии изнашивания пар трения.
32. Классификация и основные закономерности видов изнашивания.
33. Виды водородного изнашивания.
34. Методы предупреждения и уменьшения водородного изнашивания.
35. Материалы для трущихся деталей.
36. Порошковые и керамические материалы.
37. Материалы для подшипников скольжения.
38. Правила сочетания материалов.
39. Технологические способы повышения износостойкости деталей.

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков, и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Требования к выполнению тестового задания

Тест – система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

В тестовых заданиях используются четыре типа вопросов:

- закрытая форма – наиболее распространенная форма и предлагает несколько альтернативных ответов на поставленный вопрос. Например, обучающемуся задается вопрос, требующий альтернативного ответа «да» или «нет», «является» или «не является», «относится» или «не относится» и т.п. Тестовое задание, содержащее вопрос в закрытой форме, включает в себя один или несколько правильных ответов и иногда называется выборочным заданием. Закрытая форма вопросов используется также в тестах-задачах с выборочными ответами. В тестовом задании в этом случае сформулированы условие задачи и все необходимые исходные данные, а в ответах представлены несколько вариантов результата решения в числовом или буквенном виде. Обучающийся должен решить задачу и показать, какой из представленных ответов он получил;

- открытая форма – вопрос в открытой форме представляет собой утверждение, которое необходимо дополнить. Данная форма может быть представлена в тестовом задании, например, в виде словесного текста, формулы (уравнения), графика, в которых пропущены существенные составляющие - части слова или буквы, условные обозначения, линии или изображения элементов схемы и графика. Обучающийся должен по памяти вставить соответствующие элементы в указанные места («пропуски»);

- установление соответствия – в данном случае обучающемуся предлагают два списка, между элементами которых следует установить соответствие;

- установление последовательности – предполагает необходимость установить правильную последовательность предлагаемого списка слов или фраз.

Тесты сгруппированы по темам. Количество тестовых вопросов в разделе различно, что обусловлено объемом изучаемого материала и ее трудоемкостью.

Формулировки вопросов построены по следующим основным принципам:

Выбрать верные варианты ответа.

В пункте приведены конкретные вопросы и варианты ответов. Обучающемуся предлагается выбрать номер правильного ответа из предлагаемых вариантов. При этом следует учесть важное требование: в ответах к заданию обязательно должен быть верный ответ и он должен быть только один.

Обучающийся должен выбрать верный ответ на поставленный вопрос и сверить его с правильным ответом, который дается в конце.

Критерии оценки знаний при проведении тестирования

Отметка «отлично» выставляется при условии правильного ответа не менее чем 85% тестовых заданий;

Отметка «хорошо» выставляется при условии правильного ответа не менее чем 70 % тестовых заданий;

Отметка «удовлетворительно» выставляется при условии правильного ответа не менее 50 %;

Отметка «неудовлетворительно» выставляется при условии правильного ответа менее чем на 50 % тестовых заданий.

Результаты текущего контроля используются при проведении промежуточной аттестации.

Требования к проведению круглого стола, дискуссий, полемики, диспута, дебатов

Круглый стол, дискуссия, полемика, диспут, дебаты – оценочные средства, позволяющие включить обучающихся в процесс обсуждения спорного вопроса, проблемы и оценить их умение аргументировать собственную точку зрения. Обучающиеся высказывают свое мнение по проблеме, заданной преподавателем.

Критерии оценивания круглого стола, дискуссий, полемики, диспута, дебатов:

- знание и понимание современных тенденций развития российского образования и общества, в целом, и регионального, в частности;
- масштабность, глубина и оригинальность суждений;
- аргументированность, взвешенность и конструктивность предложений;
- умение вести дискуссию;
- умение отстаивать свое мнение;
- активность в обсуждении;
- общая культура и эрудиция.

Шкала оценивания: четырехбалльная шкала – 0 – критерий не отражён; 1 – недостаточный уровень проявления критерия; 2 – критерий отражен в основном, присутствует на отдельных этапах; 3 – критерий отражен полностью.

Требования к проведению экзамена

Оценка «отлично» выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности, которые может устранить с помощью дополнительных вопросов преподавателя.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Основная литература

1. Зорин, В.А. Надежность механических систем [Электронный ресурс]: учебник/В.А.Зорин - М.: ИНФРА-М, 2015. - 380 с. - ЭБС «Znanium. com» - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=478990>
2. Гаркунов, Д.Н. Триботехника : учебное пособие / Д.Н. Гаркунов, Э.Л. Мельников, В.С. Гаврилюк. - Москва : КНОРУС, 2015. - 408 с.
3. Елагина, О. Ю. Технологические методы повышения износостойкости деталей машин [Электронный ресурс]: учеб. пособие / О. Ю. Елагина. - М.: Университетская книга; Логос, 2009. - 488 с. - ЭБС «Znanium. com» - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=468686>

8.2. Дополнительная литература

3. Доценко, А.И. Основы триботехники [Электронный ресурс]: учебник / А.И. Доценко, И.А. Буяновский. - М.: ИНФРА-М, 2014. - 336 с. - ЭБС «Znanium. com» - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=405409>
4. Оценка надежности машин и оборудования: теория и практика [Электронный ресурс]: учебник/ И.Н. Кравченко и др.; под ред. И.Н. Кравченко. - М.: Альфа-М: Инфра-М, 2012. - 336 с. - ЭБС «Znanium. com» - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=307370>

8.3. Информационно-телекоммуникационные ресурсы сети «Интернет»

- Образовательный портал ФГБОУ ВО «МГТУ» [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://mkgtu.ru/>
- Официальный сайт Правительства Российской Федерации. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.government.ru>
- Информационно-правовой портал «Гарант» [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.garant.ru/>
- Научная электронная библиотека www.eLIBRARY.RU – Режим доступа: <http://elibrary.ru/>
- Электронный каталог библиотеки – Режим доступа: <http://lib.mkgtu.ru:8004/catalog/fol2;>
- Единое окно доступа к образовательным ресурсам: Режим доступа: <http://window.edu.ru/>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Учебно-методические материалы по лекциям дисциплины Б1.В.03 Трение и износ машин

Раздел / Тема с указанием основных учебных элементов (дидактических единиц)	Методы обучения	Способы (формы) обучения	Средства обучения	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5
Тема 1. Введение. Основные понятия Триботехника. Предмет и объект ее изучения. Место триботехники в трибологии. Обобщенная трибологическая модель. Экономические причины появления науки о трении и износе.	лекция, проблемное изложение	изучение нового учебного материалы	устная речь	способностью научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства (ОПК-1); способностью формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники (ОПК-2); способностью принимать эффективные проектные решения в условиях неопределенности отдельных исходных данных (ПК-2); способностью проводить обработку и интерпретацию результатов натурных испытаний механизмов и машин (ПК-6).
Тема 2. Контактное взаимодействие поверхностей твердых тел при трении и их свойства Номинальная, контурная и фактическая площади контакта шероховатых тел. Основные геометрические характеристики поверхностей твердых тел. Пятна фактического контакта и их модели. □ Сферическая модель выступа микронеровности. Определение радиуса кривизны вершины микровыступа по профилограмме. Кривая опорной поверхности. Методика построения кривой опорной поверхности и аппроксимация начального участка опорной кривой степенной зависимостью. Определение параметров аппроксимирующей	лекция, приобретен ие знаний	изучение нового учебного материала	устная речь	способностью научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства (ОПК-1); способностью формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники (ОПК-2); способностью принимать эффективные проектные решения в условиях неопределенности отдельных исходных данных (ПК-2); способностью проводить обработку и интерпретацию результатов натурных испытаний механизмов и машин (ПК-6).

зависимости.				
<p>Тема 3. Молекулярно-механическая теория трения</p> <p>Физическая модель возникновения сил внешнего трения. Молекулярная (адгезионная) и механическая (деформационная) составляющие силы трения, их количественные соотношения. Молекулярная составляющая силы трения, ее суть. Вывод формулы для молекулярной составляющей силы трения (биномиальный закон молекулярного трения), смысл коэффициентов.</p>	лекция, проблемное изложение	изучение нового учебного материала	устная речь	<p>способностью научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства (ОПК-1);</p> <p>способностью формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники (ОПК-2);</p> <p>способностью принимать эффективные проектные решения в условиях неопределенности отдельных исходных данных (ПК-2);</p> <p>способностью проводить обработку и интерпретацию результатов натурных испытаний механизмов и машин (ПК-6).</p>
<p>Тема 4. Теория усталостного изнашивания</p> <p>Физическая модель износа. Механизм накопления повреждений в поверхностном слое тела трения.</p> <p>Характеристики изнашивания. Интегральная линейная интенсивность изнашивания, массовая объемная и энергетическая интегральные характеристики, их связь с линейной. Удельная интенсивность изнашивания.</p>	лекция, проблемное изложение, объяснительно иллюстративный	изучение нового материала	устная речь	<p>способностью научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства (ОПК-1);</p> <p>способностью формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники (ОПК-2);</p> <p>способностью принимать эффективные проектные решения в условиях неопределенности отдельных исходных данных (ПК-2);</p> <p>способностью проводить обработку и интерпретацию результатов натурных испытаний механизмов и машин (ПК-6).</p>
<p>Тема 5. Абразивное изнашивание</p> <p>Понятие абразива и абразивного изнашивания. Виды абразивного изнашивания. Физическая модель абразивного износа о неподвижно закрепленные частицы абразива. Простейшая математическая модель абразивного износа о неподвижно закрепленные частицы.</p> <p>□Износ поверхностей трения под</p>	лекция, проблемное изложение, объяснительно иллюстративный	изучение нового материала	устная речь	<p>способностью научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства (ОПК-1);</p> <p>способностью формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники (ОПК-2);</p>

действием свободного (незакрепленного) абразива. Три случая абразивного износа трущихся сопряжений. Условие дробления абразива.				способностью принимать эффективные проектные решения в условиях неопределенности отдельных исходных данных (ПК-2); способностью проводить обработку и интерпретацию результатов натурных испытаний механизмов и машин (ПК-6).
Тема 6. Теории изнашивания Теория прогнозирования износа деталей машин. Нулевой и измеримый износ. Суть нулевого износа. Методика прогнозирования нулевого износа. Модель измеримого износа. Два типа износа. Методика прогнозирования измеримого износа. Энергетическая теория износа Фляйшера.	лекция, проблемное изложение, объяснительно иллюстративный	изучение нового материала	устная речь	способностью научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства (ОПК-1); способностью формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники (ОПК-2); способностью принимать эффективные проектные решения в условиях неопределенности отдельных исходных данных (ПК-2); способностью проводить обработку и интерпретацию результатов натурных испытаний механизмов и машин (ПК-6).
Тема 7. Механизм изнашивания деталей пар трения и рабочих органов машин Механизм изнашивания металлических поверхностей. Изменения, вызванные деформацией. Влияние повышения температуры. Химическое действие среды. Разрушение поверхностей трения.	лекция, проблемное изложение, объяснительно иллюстративный	изучение нового материала	устная речь	способностью научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства (ОПК-1); способностью формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники (ОПК-2); способностью принимать эффективные проектные решения в условиях неопределенности отдельных исходных данных (ПК-2); способностью проводить обработку и интерпретацию результатов натурных испытаний механизмов и машин (ПК-6).
Тема 8. Виды разрушения рабочих поверхностей деталей и рабочих органов машин Классификация видов изнашивания. Изменение свойств элементов системы (топографии, состава, прочностных свойств	лекция, проблемное изложение, объяснительно иллюстративный	изучение нового материала	устная речь	способностью научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства (ОПК-1); способностью формулировать и решать нетиповые задачи

поверхностей).	вный			математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники (ОПК-2); способностью принимать эффективные проектные решения в условиях неопределенности отдельных исходных данных (ПК-2); способностью проводить обработку и интерпретацию результатов натурных испытаний механизмов и машин (ПК-6).
Тема 9. Финишная антифрикционная безабразивная обработка (ФАБО) поверхностей деталей Сущность процесса. Антифрикционные покрытия прутковых материалов. ФАБО в металлоплакирующих рабочих средах.	лекция, проблемное изложение, объяснительно иллюстративный	изучение нового материала	устная речь	способностью научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства (ОПК-1); способностью формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники (ОПК-2); способностью принимать эффективные проектные решения в условиях неопределенности отдельных исходных данных (ПК-2); способностью проводить обработку и интерпретацию результатов натурных испытаний механизмов и машин (ПК-6).

Учебно-методические материалы по практическим (семинарским) занятиям дисциплины Б1.В.03 Трение и износ машин

Раздел / Тема с указанием основных учебных элементов (дидактических единиц)	Наименование семинарского занятия	Методы обучения	Способы (формы) обучения	Средства обучения
1	2	3	4	5
Тема 2. Контактирование поверхностей твердых тел при трении и их свойства	Изучение геометрических характеристик поверхностей трения твёрдых тел.	Написание реферата	формирование и совершенствование знаний	Контрольная работа
Тема 3. Молекулярно-механическая теория трения	Экспериментальное и теоретическое определение основных параметров равновесной шероховатости	Составление плана-конспекта	формирование, контроль и коррекция знаний	Тесты, доклад, круглый стол,
Тема 4. Теория усталостного изнашивания	Изучение молекулярно-механического трения при сухом и граничном режимах	Составление плана-конспекта	формирование, контроль и коррекция знаний	Дискуссия, тесты,
Тема 5. Абразивное изнашивание	Экспериментальное и теоретическое изучение износа в условиях режима сухого трения	Написание научного доклада	формирование и совершенствование знаний	Дискуссия, тесты, круглый стол,
Тема 6. Теории изнашивания	Экспериментальное и теоретическое изучение абразивного износа	Написание научного доклада	формирование, контроль и коррекция знаний	Дискуссия, тесты, научный доклад, круглый стол, экзамен
Тема 7. Механизм изнашивания деталей пар трения и рабочих органов машин	Теоретическое изучение потерь на трение	Составление плана-конспекта	формирование и совершенствование знаний	Дискуссия, тесты, научный доклад, круглый стол, экзамен
Тема 8. Виды разрушения рабочих поверхностей деталей и рабочих органов машин	Исследование фрикционных характеристик твёрдых тел	Составление плана-конспекта	формирование, контроль и коррекция знаний	Дискуссия, тесты, научный доклад, круглый стол, экзамен
Тема 9. Финишная антифрикционная безабразивная обработка (ФАБО) поверхностей деталей	Определение интенсивности изнашивания и ресурса пары трения	Написание научного доклада	формирование и совершенствование знаний	Дискуссия, тесты, научный доклад, круглый стол, экзамен

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, позволяют:

- организовать процесс образования путем визуализации изучаемой информации посредством использования презентаций, учебных фильмов;
- контролировать результаты обучения на основе компьютерного тестирования;
- автоматизировать расчеты аналитических показателей, предусмотренные программой научно-исследовательской работы;
- автоматизировать поиск информации посредством использования справочных систем.

10.1. Перечень необходимого программного обеспечения

Для осуществления учебного процесса используется свободно распространяемое (бесплатное не требующее лицензирования) программное обеспечение:

1. Операционная система «Windows», договор 0376100002715000045-0018439-01 от 19.06.2015; свободно распространяемое (бесплатное не требующее лицензирования) программное обеспечение:
1. Программа для воспроизведения аудио и видео файлов «VLC media player»;
2. Программа для воспроизведения аудио и видео файлов «K-lite codec»;
3. Офисный пакет «WPS office»;
4. Программа для работы с архивами «7zip»;
5. Программа для работы с документами формата .pdf «Adobe reader»

10.2. Перечень необходимых информационных справочных систем:

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечным системам:

1. Электронная библиотечная система «IPRbooks» (<http://www.iprbookshop.ru>)
2. Электронная библиотечная система «ZNANIUM.COM» (<http://www.znanium.com>).

Для обучающихся обеспечен доступ (удаленный доступ) к следующим современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам:

1. Консультант Плюс – справочная правовая система (<http://consultant.ru>)
2. Web of Science (WoS) (<http://apps.webofknowledge.com>)
3. Научная электронная библиотека (НЭБ) (<http://www.elibrary.ru>)
4. Электронная Библиотека Диссертаций (<https://dvs.rsl.ru>)
5. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru>)
6. Национальная электронная библиотека (<http://нэб.рф>)

11. Описание материально-технической базы необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Наименования специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Специальные помещения		
Учебная аудитория лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации ул. Первомайская, 191, 1 этаж, ауд. 118. Кабинет машин и механизмов ул. Первомайская, 191, 4 этаж, ауд. 406 Кабинет кафедры нефтегазового дела и энергетики: ул. Гоголя, 17 / ул. Первомайская, 210, 4 этаж, каб. 2-426	Учебная мебель на 28 посадочных мест, доска. Мультимедийное оборудование: проектор, экран; Наглядные пособия для проведения практических занятий.	1. Операционная система «Windows», договор 0376100002715000045-0018439-01 от 19.06.2015; свободно распространяемое (бесплатное не требующее лицензирования) программное обеспечение: 1. Программа для воспроизведения аудио и видео файлов «VLC media player»; 2. Программа для воспроизведения аудио и видео файлов «K-lite codec»; 3. Офисный пакет «WPS office»; 4. Программа для работы с архивами «7zip»; 5. Программа для работы с документами формата .pdf «Adobe reader»;
Помещения для самостоятельной работы		
Читальный зал ФГБОУ ВО «МГТУ»: ул. Первомайская, 191, 3 этаж.	Читальный зал имеет 150 посадочных мест, компьютерное оснащение с выходом в Интернет на 30 посадочных мест; оснащен специализированной мебелью (столы, стулья, шкафы, шкафы выставочные), стационарное мультимедийное оборудование, оргтехника (принтеры, сканеры, ксероксы)	1. Операционная система «Windows», договор 0376100002715000045-0018439-01 от 19.06.2015; свободно распространяемое (бесплатное не требующее лицензирования) программное обеспечение: 1. Программа для воспроизведения аудио и видео файлов «VLC media player»; 2. Программа для воспроизведения аудио и видео файлов «K-lite codec»; 3. Офисный пакет «WPS office»; 4. Программа для работы с архивами «7zip»; 5. Программа для работы с документами формата .pdf «Adobe reader»;

Дополнения и изменения к рабочей программе

на 20____ - 20____ учебный год

В рабочую программу _____
(наименование дисциплины)

для направления 15.06.01 Машиностроение, профиль «Машиноведение, системы приводов и детали машин»

вносятся следующие дополнения и изменения:

Дополнения и изменения внес _____
(должность, Ф.И.О., подпись)

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании
кафедры нефтегазового дела и энергетики

«____» _____ 20 ____ г.

Заведующий кафедрой _____
(подпись)

Меретуков М.А.