

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Набережночелнинский институт (филиал)
Отделение информационных технологий и энергетических систем



Утверждаю

Первый заместитель директора
НЧИ КФУ Симонова Л. А.



_____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Теория изнашивания машин Б1.В.ДВ.3

Направление подготовки: 15.04.02 - Технологические машины и оборудование

Профиль подготовки: Машины и аппараты пищевых производств

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

Автор(ы): Болдырев А.В. , Бударова О.П.

Рецензент(ы): Панкратов Д.Л.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Исрафилов И. Х.

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 20__ г.

Учебно-методическая комиссия Высшей инженерной школы (Отделение информационных технологий и энергетических систем) (Набережночелнинский институт (филиал)):

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 20__ г.

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
 - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
 - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
 - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
 - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
 - 7.1. Основная литература
 - 7.2. Дополнительная литература
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Болдырев А.В. (Кафедра высокоэнергетических процессов и агрегатов, Отделение информационных технологий и энергетических систем), AVBoldyrev@kpfu.ru ; доцент, к.н. (доцент) Бударова О.П. (Кафедра высокоэнергетических процессов и агрегатов, Отделение информационных технологий и энергетических систем), OPBudarova@ksu.ru

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

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1	способностью выбирать аналитические и численные методы при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении
ОПК-4	способностью оценивать технико-экономическую эффективность проектирования, исследования, изготовления машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов, принимать участие в создании системы менеджмента качества на предприятии
ОПК-5	способностью выбирать оптимальные решения при создании продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты производства
ПК-20	способностью разрабатывать физические и математические модели исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере, разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов с анализом их результатов
ПК-23	способностью подготавливать технические задания на разработку проектных решений, разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты технических разработок с использованием средств автоматизации проектирования и передового опыта разработки конкурентоспособных изделий, участвовать в рассмотрении различной технической документации, подготавливать необходимые обзоры, отзывы, заключения
ПК-24	способностью составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений
ПК-26	готовностью применять новые современные методы разработки технологических процессов изготовления изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности с определением рациональных технологических режимов работы специального оборудования

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

- аналитические и численные методы при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении.

Должен уметь:

- оценивать технико-экономическую эффективность проектирования, исследования, изготовления машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов;

- выбирать оптимальные решения при создании продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты производства;

- подготавливать технические задания на разработку проектных решений;

- участвовать в рассмотрении различной технической документации, подготавливать необходимые обзоры, отзывы, заключения;

- составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений.

Должен владеть:

- разработки физических и математических моделей исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере, разработки методики и организации проведения экспериментов с анализом их результатов;
- разработки эскизных, технических и рабочих проектов технических разработок с использованием средств автоматизации проектирования и передового опыта разработки конкурентоспособных изделий;
- применения новых современных методов разработки технологических процессов изготовления изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности с определением рациональных технологических режимов работы специального оборудования.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- применять полученные знания на практике.

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.3 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 15.04.02 "Технологические машины и оборудование (Машины и аппараты пищевых производств)" и относится к дисциплинам по выбору.
Осваивается на 2 курсе в 3 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) на 180 часа(ов).

Контактная работа - 44 часа(ов), в том числе лекции - 8 часа(ов), практические занятия - 36 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 100 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 3 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение в триботехнику	3	1	7	0	20
2.	Тема 2. Качество поверхностей деталей	3	1	7	0	20
3.	Тема 3. Физико-химические свойства поверхностей деталей и контактирование поверхностей	3	2	7	0	20
4.	Тема 4. Виды трения в узлах машин	3	2	7	0	20
5.	Тема 5. Механизм изнашивания деталей пар трения и рабочих органов машин	3	2	8	0	20
	Итого		8	36	0	100

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение в триботехнику

Общие сведения. Основные термины триботехники. Практические примеры решения задач триботехники. Сроки службы трущихся деталей машин. Убытки от трения и износа в машинах. Этапы развития триботехники в России. Организация борьбы с трением и изнашиванием в России. Инженерно-технические проблемы триботехники.

Тема 2. Качество поверхностей деталей

Общие сведения о поверхности деталей и ее геометрии. Шероховатость поверхности детали. Геометрия поверхности детали как функция процесса обработки. Остаточные напряжения в детали. Структурные и фазовые превращения. Показатели качества поверхности детали. Пластическая деформация поверхностного слоя детали.

Тема 3. Физико-химические свойства поверхностей деталей и контактирование поверхностей

Физико-химические свойства поверхностей деталей. Контактное взаимодействие поверхностей деталей. Процесс адсорбции. Процесс хемосорбции. Об адсорбционном эффекте понижения прочности (эффекте Ребиндера). Пленки на металлических поверхностях деталей. Взаимное контактирование деталей. Взаимное внедрение поверхностей деталей.

Тема 4. Виды трения в узлах машин

Общие сведения о трении в узлах машин. Трение без смазочного материала. Трение при граничной смазке. Жидкостная смазка. Вязкопластическая смазка. Контактно-гидродинамическая смазка. Трение в полужидкой смазке. Режимы трения в подшипнике скольжения. Трение качения. Об эффекте аномально низкого трения.

Тема 5. Механизм изнашивания деталей пар трения и рабочих органов машин

Основные понятия. Механизм изнашивания металлических поверхностей. Усталость при изнашивании металлических поверхностей. Влияние реверсивного трения при изнашивании. Механизм изнашивания полимеров и резины. Стадии изнашивания пар трения. Распределение износа между деталями. Влияние электрического тока на износ. Влияние вибрации на изнашивание деталей.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Положение от 24 декабря 2015 г. № 0.1.1.67-06/265/15 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
Семестр 3			

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
	Текущий контроль		
1	Устный опрос	ПК-26 , ПК-24 , ПК-20 , ОПК-1	1. Введение в триботехнику 2. Качество поверхностей деталей 3. Физико-химические свойства поверхностей деталей и контактирование поверхностей 4. Виды трения в узлах машин 5. Механизм изнашивания деталей пар трения и рабочих органов машин
2	Проверка практических навыков	ПК-20 , ПК-23 , ПК-24 , ОПК-1 , ОПК-4 , ОПК-5	1. Введение в триботехнику 2. Качество поверхностей деталей 3. Физико-химические свойства поверхностей деталей и контактирование поверхностей 4. Виды трения в узлах машин 5. Механизм изнашивания деталей пар трения и рабочих органов машин
3	Письменное домашнее задание	ОПК-4	4. Виды трения в узлах машин 5. Механизм изнашивания деталей пар трения и рабочих органов машин
	Экзамен	ОПК-1, ОПК-4, ОПК-5, ПК-20, ПК-23, ПК-24, ПК-26	

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Семестр 3					
Текущий контроль					
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	1
Проверка практических навыков	Продемонстрирован высокий уровень освоения навыков, достаточный для успешного решения задач профессиональной деятельности.	Продемонстрирован хороший уровень освоения навыков, достаточный для решения большей части задач профессиональной деятельности.	Продемонстрирован удовлетворительный уровень освоения навыков, достаточный для решения отдельных задач профессиональной деятельности.	Продемонстрирован неудовлетворительный уровень освоения навыков, недостаточный для решения задач профессиональной деятельности.	2

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Письменное домашнее задание	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	3
Экзамен	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

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

Семестр 3

Текущий контроль

1. Устный опрос

Темы 1, 2, 3, 4, 5

Вопросы по теме 1: общие сведения о триботехнике, основные термины, практические примеры решения задач триботехники, сроки службы трущихся деталей машин, убытки от трения и износа в машинах, этапы развития триботехники в России, учение о трении и изнашивании деталей, оптимизация конструктивных решений узлов трения, технологические методы повышения износостойкости деталей, эксплуатационные мероприятия по повышению долговечности машин, организация борьбы с трением и изнашиванием в России, инженерно-технические проблемы триботехники, экономика и триботехника, создание безызносных узлов трения машин, разработка методов расчета деталей на износ, защита деталей машин от водородного изнашивания, расширение применения финишной антифрикционной безабразивной обработки трущихся деталей, совершенствование смазывания деталей сочленений, электрические, магнитные и вибрационные явления при изнашивании, подготовка инженерных кадров по триботехнике, разработка новой теории трения и безызносности, интересы здоровья и окружающей среды.

Вопросы по теме 2: общие сведения о поверхности деталей и ее геометрии, шероховатость, геометрия поверхности как функция процесса обработки, остаточные напряжения, структурные и фазовые превращения, показатели качества поверхности, пластическая деформация поверхностного слоя.

Вопросы по теме 3: адсорбция, хемосорбция, эффект Ребиндера, пленки на металлических поверхностях, взаимное контактирование деталей, взаимное внедрение поверхностей.

Вопросы по теме 4: общие аспекты трения в узлах машин, трение без смазочного материала, трение при граничной смазке, жидкостная смазка, вязкопластическая смазка, контактно-гидродинамическая смазка, трение в полужидкой смазке, режимы трения в подшипнике скольжения, трение качения, эффект аномально низкого трения.

Вопросы по теме 5: основные понятия о механизме изнашивания деталей пар трения и рабочих органов машин, механизм изнашивания металлических поверхностей, усталость при изнашивании металлических поверхностей, реверсивное трение при изнашивании, механизм изнашивания полимеров и резины, стадии изнашивания пар трения, распределение износа между деталями, влияние электрического тока на износ, влияние вибрации на изнашивание деталей.

2. Проверка практических навыков

Темы 1, 2, 3, 4, 5

Решение задач:

- Изучение возможности повышения износостойкости за счет рационального конструирования узлов трения.
- Выбор и обоснование способа химико-термической обработки для поверхностного упрочнения рабочих поверхностей деталей.
- Выбор способа термической обработки для поверхностного упрочнения рабочих поверхностей деталей.
- Обоснованный выбор сочетания материалов для пар трения.
- Оценка износа металлических поверхностей. Определение класса износостойкости.

Примеры задач:

1. Палец поршня компрессора толщиной 10 мм после упрочняющей объемной и поверхностной термической обработки должен иметь высокую износостойкость, твердость не ниже 57HRC и относительное удлинение 11%. Выбрать марку стали и вид поверхностной обработки для детали, а также параметры операции термического упрочнения. Предел текучести 635 МПа, предел прочности 780 МПа, ударная вязкость KCU 59 Дж/см².
2. Выбрать способ поверхностного упрочнения зубьев шестерен, изготовленных из среднеуглеродистой стали, которые являются продукцией серийного производства.
3. Определить класс износостойкости, если средний износ детали на пути трения 5400 м составил 0,000007 м.
4. Определить характер заполнения зубчатых венцов шарошки радиусом 230 мм при центробежном армировании с частотой вращения формы 400 об/мин и размером зерен литого карбида вольфрама 0,5 мм.
5. Проанализировать возможность проведения закалки изготовленного из стали 45X замка буровой трубы с толщиной стенки 30 мм, работающего в условиях ударно-абразивного изнашивания с небольшой энергией удара. Выбрать вид охлаждающей среды и рассчитать кривую охлаждения, с помощью которой по анизотермической диаграмме определить полученную структуру и свойства стали. Замок представляет собой полую цилиндрическую деталь, изнашивание которой происходит по наружной поверхности в результате трения по стенкам скважины, сопровождающегося небольшими ударами во время спуско-подъемных операций и по резьбовой части в результате операций свинчивания-развинчивания.

3. Письменное домашнее задание

Темы 4, 5

https://shelly.kpfu.ru/pls/student/docs/F_2076294870/kontr.pisch.Teor.iznash.mash.pdf

Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Введение в триботехнику. Общие сведения.
2. Введение в триботехнику. Основные термины.
3. Практические примеры решения задач триботехники.
4. Сроки службы трущихся деталей машин.
5. Убытки от трения и износа в машинах.
6. Этапы развития триботехники в России. Учение о трении и изнашивании деталей.
7. Этапы развития триботехники в России. Оптимизация конструктивных решений узлов трения.
8. Этапы развития триботехники в России. Технологические методы повышения износостойкости деталей.
9. Этапы развития триботехники в России. Эксплуатационные мероприятия по повышению долговечности машин.
10. Организация борьбы с трением и изнашиванием в России.
11. Инженерно-технические проблемы триботехники. Экономика и триботехника.
12. Инженерно-технические проблемы триботехники. Создание безыносных узлов трения машин.
13. Инженерно-технические проблемы триботехники. Разработка методов расчета деталей на износ.
14. Инженерно-технические проблемы триботехники. Защита деталей машин от водородного изнашивания.
15. Инженерно-технические проблемы триботехники. Расширение применения финишной антифрикционной безабразивной обработки трущихся деталей.
16. Инженерно-технические проблемы триботехники. Совершенствование смазывания деталей сочленений.

17. Инженерно-технические проблемы триботехники. Исследование электрических, магнитных и вибрационных явлений при изнашивании.
18. Инженерно-технические проблемы триботехники. Подготовка инженерных кадров по триботехнике.
19. Инженерно-технические проблемы триботехники. Разработка новой теории трения и безызносности.
20. Инженерно-технические проблемы триботехники. Интересы здоровья и окружающей среды.
21. Качество поверхностей деталей. Общие сведения о поверхности деталей и ее геометрии.
22. Шероховатость.
23. Геометрия поверхности как функция процесса обработки.
24. Остаточные напряжения.
25. Структурные и фазовые превращения.
26. Показатели качества поверхности.
27. Пластическая деформация поверхностного слоя.
28. Физико-химические свойства поверхностей деталей и контактирование поверхностей.
29. Адсорбция.
30. Хемосорбция.
31. Адсорбционный эффект понижения прочности (эффект Ребиндера).
32. Пленки на металлических поверхностях.
33. Взаимное контактирование деталей.
34. Взаимное внедрение поверхностей.
35. Виды трения в узлах машин. Общие аспекты.
36. Трение без смазочного материала.
37. Трение при граничной смазке.
38. Жидкостная, вязкопластическая и контактно-гидродинамическая смазка.
39. Трение в полужидкой смазке.
40. Режимы трения в подшипнике скольжения.
41. Трение качения.
42. Эффект аномально низкого трения.
43. Механизм изнашивания деталей пар трения и рабочих органов машин. Основные понятия.
44. Механизм изнашивания металлических поверхностей. Усталость при изнашивании металлических поверхностей.
45. Механизм изнашивания металлических поверхностей. Влияние реверсивного трения при изнашивании.
46. Механизм изнашивания полимеров и резины.
47. Стадии изнашивания пар трения.
48. Распределение износа между деталями.
49. Влияние электрического тока на износ.
50. Влияние вибрации на изнашивание деталей.

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Семестр 3			
Текущий контроль			
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	1	15

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Проверка практических навыков	Практические навыки проверяются путём выполнения обучающимися практических заданий в условиях, полностью или частично приближенных к условиям профессиональной деятельности. Проверяется знание теоретического материала, необходимое для правильного совершения необходимых действий, умение выстроить последовательность действий, практическое владение приёмами и методами решения профессиональных задач.	2	30
Письменное домашнее задание	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно дома и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	3	5
Экзамен	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература:

1. Попов, В.Л. Механика контактного взаимодействия и физика трения. От нанотрибологии до динамики землетрясений [Электронный ресурс]. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013. - 352 с. - ISBN 978-5-9221-1443-1. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/59638/#2>
2. Пенкин, Н.С. Основы трибологии и триботехники [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Н.С. Пенкин, А.Н. Пенкин, В.М. Сербин. - 2-е изд., стереотипн. - М. : Машиностроение, 2012. - 208 с. - ISBN 978-5-94275-583-6. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/63220/#1>
3. Загиров, Н.Н. Теория обработки металлов давлением [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Н.Н. Загиров, С.Б. Сидельников, Е.В. Иванов. - 3-е изд., перераб. и доп. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2018. - 148 с. - ISBN 978-5-7638-3894-7. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=1032175>

7.2. Дополнительная литература:

1. Елагина, О.Ю. Технологические методы повышения износостойкости деталей машин [Электронный ресурс] : учеб. пособие / О.Ю. Елагина. - М. : Университетская книга; Логос, 2009. - 488 с. - ISBN 978-5-98704-450-6. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=468686>
2. Жарский, И.М. Технологические методы обеспечения надежности деталей машин [Электронный ресурс] : учебник / И.М. Жарский [и др.]. - Минск : Выш. шк., 2010. - 336 с. - ISBN 978-985-06-1833-7. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=506971>
3. Зорин, В.А. Основы работоспособности технических систем [Электронный ресурс] : Учебник для вузов / В.А. Зорин. - М. : ООО 'Магистр-Пресс', 2005. - 536 с. - ISBN 5-902048-51-6. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=444528>

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Консультант Плюс - <http://www.consultant.ru/>
Международный научный журнал 'Трение и износ' - <http://www.mpri.org.by/izdaniya/trenie-i-iznos/>
Научная электронная библиотека - <http://elibrary.ru/>
Сетевые ресурсы КФУ - <http://kpfu.ru/library/setevye-resursy>
ЭБС ZNANIUM.COM - <http://znanium.com/>
ЭБС Издательства Лань - <http://e.lanbook.com/>
ЭБС Консультант студента - <http://www.studentlibrary.ru/>
ЭБС Университетская библиотека online - <http://biblioclub.ru>
Электронный журнал 'Молодежный научно-технический вестник' - <http://sntbul.bmstu.ru/>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	В ходе лекционных занятий преподаватель устно, в логически выдержанной форме излагает новый учебный материал, который конспектируется студентами с оставлением (по возможности) полей для заметок и комментариев (дополнений лекционного материала по результатам самостоятельного изучения рекомендуемой литературы). Обучающиеся задают преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, анализа информации, решения проблемных задач и др. При подготовке к лекционным и иным занятиям может понадобиться материал, изучавшийся на курсах: 'Математика', 'Физика' и др. Поэтому стоит обращаться к соответствующим источникам (учебникам, монографиям, статьям).
практические занятия	Работа на практических занятиях предполагает активное участие в обсуждении теоретических вопросов и решении задач с применением методических материалов и специализированного программного обеспечения. Задачи связаны с изучением возможности повышения износостойкости за счет рационального конструирования узлов трения, выбором и обоснованием способа химико-термической обработки для поверхностного упрочнения рабочих поверхностей деталей и др.
самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов подразумевает как проработку лекционного материала с использованием рекомендуемой учебной литературы, так и освоение материала, вынесенного на самостоятельное изучение, а также выполнение письменного домашнего задания и подготовку к устным опросам, практическим занятиям и экзамену.
устный опрос	Для подготовки к устным опросам рекомендуется выделять в материале проблемные вопросы, затрагиваемые преподавателем в лекции, и группировать информацию вокруг них. Желательно выделять в используемой литературе постановки вопросов, на которые разными авторами могут быть даны различные ответы. На основании постановки таких вопросов следует собирать аргументы в пользу различных вариантов решения поставленных задач. В текстах авторов, таким образом, следует выделять следующие компоненты: постановка проблемы; варианты решения; аргументы в пользу тех или иных вариантов решения. На основе выделения этих элементов проще составлять собственную аргументированную позицию по рассматриваемому вопросу.
проверка практических навыков	Преподаватель проверяет правильность решения задач, связанных с изучением возможности повышения износостойкости за счет рационального конструирования узлов трения, выбором и обоснованием способа химико-термической обработки для поверхностного упрочнения рабочих поверхностей деталей и др. При этом обучающимся могут быть заданы дополнительные вопросы с целью уточнения степени освоения практических навыков.
письменное домашнее задание	Выполнение письменного домашнего задания заключается в самостоятельном решении обучающимися задач по темам 'Виды трения в узлах машин' и 'Механизм изнашивания деталей пар трения и рабочих органов машин', согласно указанию преподавателя. При этом студентам необходимо опираться как на лекционный материал, так и на справочную, нормативную и иную литературу, а также на решения задач, рассмотренных на учебных занятиях.
экзамен	При подготовке к экзамену необходимо, прежде всего, опираться на конспекты лекций, а также на источники, которые разбирались на практических занятиях в течение изучения курса. На экзамене обучающийся отвечает на вопросы в выбранном билете (каждый билет содержит по два вопроса из приведенного выше списка).

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

Освоение дисциплины "Теория изнашивания машин" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

- Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian
- Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian
- Браузер Mozilla Firefox
- Браузер Google Chrome
- Adobe Reader XI

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен обучающимся. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

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

Освоение дисциплины "Теория изнашивания машин" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Специализированная лаборатория оснащена оборудованием, необходимым для проведения лабораторных работ, практических занятий и самостоятельной работы по отдельным дисциплинам, а также практик и научно-исследовательской работы обучающихся. Лаборатория рассчитана на одновременную работу обучающихся академической группы либо подгруппы. Занятия проводятся под руководством сотрудника университета, контролирующего выполнение видов учебной работы и соблюдение правил техники безопасности. Качественный и количественный состав оборудования и расходных материалов определяется спецификой образовательных программ.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;

- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 15.04.02 "Технологические машины и оборудование" и магистерской программе Машины и аппараты пищевых производств