

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

Е.И. Луковникова

24 05 2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы теории трения и изнашивания

Б1.В.ДВ.03.02

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

15.06.01 Машиностроение

05.02.02 Машиноведение, системы приводов и детали машин

Квалификация (степень) выпускника: Исследователь. Преподаватель-исследователь

1. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	3
1.1 Цель дисциплины	3
1.2 Задачи дисциплины.....	3
1.3 Место дисциплины в структуре основной образовательной программы	3
1.4 Требования к уровню освоения содержания дисциплины	3
2. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ ПО ФОРМАМ ОБУЧЕНИЯ И ВИДАМ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ	5
2.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения	5
2.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость	5
3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
3.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебной работы	5
3.2 Содержание лекционных занятий.....	8
3.3 Лабораторные работы.....	8
3.4 Практические занятия, семинары.....	8
3.5 Контрольные мероприятия	8
4. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	9
5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	10
6. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	10
7. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО - ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	10
8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	11
9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	12
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	12
Приложение 1. Аннотация рабочей программы дисциплины	14
Приложение 2. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации	15
Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе	19
Приложение 4. Содержание дисциплины для заочной формы обучения	20

1. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1. Цель дисциплины

Целью дисциплины является углубленная подготовка аспирантов и соискателей по научной специальности 05.02.02 – Машиноведение, системы приводов и детали машин с фундаментальными знаниями основ теории трения и изнашивания деталей машин, которые необходимы для решения основных проблем современного машиностроения – повышения надежности, коэффициента полезного действия и долговечности машин.

1.2. Задачи дисциплины

- моделирования шероховатости поверхностей;
- определения контактных характеристик в стыке шероховатых поверхностей при упругом, вязкоупругом, упругопластичном и пластичном контактах;
- роли взаимного влияния микронеровностей;
- влияния покрытий на контактные характеристики;
- положения о молекулярно-механической теории трения;
- определения коэффициентов трения;
- расчета интенсивности изнашивания;
- методов расчета износа сопряжений

1.3. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы

Дисциплина «Основы теории трения и изнашивания» относится к вариативной части.

Дисциплина «Основы теории трения и изнашивания» базируется на знаниях, полученных при изучении такой учебной дисциплины, как: механика контактирования деталей машин.

Основываясь на изучении перечисленных дисциплин, «Основы теории трения и изнашивания» представляет основу для изучения дисциплины машиноведение, системы приводов и детали машин.

Такое системное междисциплинарное изучение направлено на достижение требуемого ФГОС уровня подготовки по квалификации Исследователь. Преподаватель-исследователь.

1.4. Требования к уровню освоения содержания дисциплины

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
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 методы научно-исследовательской деятельности, используемые в машиностроении. уметь: использовать имеющиеся знания для интерпретации и оценки новых решений в области построения и моделирования машин, приводов; оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства. владеть: Навыками оценки новых решений в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования.
ОПК-2	способность формулировать и решать нетиповые задачи математического,	знать: современные методы решения нетиповых задач математического, физического, конструкторского,

	физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники	технологического, электротехнического характера; уметь: - использовать современные методы исследования при решении задач конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники; владеть: методами анализа и оценки новизны, актуальности, достоверности и представления получаемых результатов.
ОПК-4	способностью проявлять инициативу в области научных исследований, в том числе в ситуациях технического и экономического риска, с осознанием меры ответственности за принимаемые решения	знать: -возможные последствия принятого инициативного решения в области научных исследований и осознавать ответственность перед собой и обществом. уметь: -осуществлять оценку технических и экономических рисков при решении конструкторско-технологических задач в области машиностроения. владеть: -навыками реализации конструкторско-технологических задач и внедрения перспективных технологий.
ОПК-5	способность планировать и проводить экспериментальные исследования с последующим адекватным оцениванием получаемых результатов	знать: - планирование, постановку и проведение экспериментальных научных исследований с последующим адекватным оцениванием получаемых результатов; уметь: - осуществлять планирование, постановку и проведение экспериментальных научных исследований с последующим адекватным оцениванием получаемых результатов; владеть: - планированием, постановкой и проведением экспериментальных научных исследований с последующим адекватным оцениванием получаемых результатов.
ПК-3	способность разрабатывать варианты решения научной проблемы, находить решения в условиях многокритериальной постановки	знать: - научные проблемы; уметь: - разрабатывать варианты решения научной проблемы, анализировать эти проблемы, находить компромиссные решения в условиях многокритериальности и неопределенности; владеть: - анализом научных проблем, нахождением компромиссных решений в условиях многокритериальности и неопределенности
ПК-5	способностью определять методы повышения долговечности деталей и узлов машин	знать - фундаментальные основы долговечности и надежности отдельных узлов и деталей машины. уметь - определять факторы, влияющие на долговечность надежности отдельных узлов и деталей машин. владеть: - методами повышения долговечности деталей машины на всех этапах ее создания и эксплуатации.

2. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ ПО ФОРМАМ ОБУЧЕНИЯ И ВИДАМ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

2.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоемкость дисциплины в часах						Курсовая работа (проект), контрольная работа, реферат, РГР	Вид промежуточной аттестации (экзамен, зачет)
			Всего часов (с экз.)	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Семинары	Практические занятия		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Очная	3	6	108	48	24	-	24	60	-	Зачет
Заочная	4	7	108	12	8	-	4	96	-	Зачёт
Очно-заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

2.2. Распределение объема дисциплины по видам учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость

Вид учебной работы	Трудоемкость, часов	в т.ч. в инновационной форме, час.	Распределение по семестрам, час
			7
Аудиторные занятия (всего)	48	-	48
Лекции (Лк)	24	-	24
Практические занятия (ПЗ)	24	-	24
Самостоятельная работа (СР) (всего)	60	-	60
Подготовка к практическим занятиям	30	-	30
Подготовка к зачету	30	-	30
Вид промежуточной аттестации	Зачет	-	Зачет
Общая трудоемкость дисциплины, час.	108	-	108
зач. ед.	3	-	3

3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебной работы

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Виды учебной работы; часы			
		Лекции	Практические занятия	СР*	Всего часов
1.	Введение в теорию трения и изнашивания.	4	-	10	14
2.	Методы описания шероховатых поверхностей деталей машин.	4	4	10	18

3.	Контактирование шероховатых поверхностей.	4	4	10	18
4.	Расчет коэффициентов внешнего трения.	4	4	10	18
5.	Расчет интенсивности изнашивания.	4	6	10	20
6.	Расчет износа сопряжений.	4	6	10	20
	ИТОГО	24	24	60	108

3.2. Содержание лекционных занятий

<i>Номер, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Наименование тем (разделов)</i>	<i>Объем в часах</i>	<i>Вид занятия в инновационной форме</i>
1. Введение в теорию трения и изнашивания.	Тема: <i>Введение в теорию трения и изнашивания.</i> Исторические аспекты. Первые законы трения. Работы И.Ньютона, Г.Амонтона, Ш.Кулона. Роль трения в современном обществе. Трибология. Триботехника. Структура трибологии. Основные термины. Основные разделы и направления развития трибологии.	4	
2. Методы описания шероховатости.	Тема: <i>Методы описания шероховатости.</i> Схема микрогеометрии поверхности твердого тела. Макроотклонения, волнистость, шероховатость, субмикрошероховатость. Параметры шероховатости. Методика определения. Опорная кривая профиля. Тема: <i>Дискретная модель шероховатости.</i> Формы единичной неровности. Оптимальная форма. Описание опорной кривой профиля параболой и бета функцией. Функция распределения неровностей ее определение. Плотность распределения неровностей. Тема: <i>Модель шероховатости в виде нормального случайного поля.</i> Модель профиля шероховатой поверхности. Корреляционная функция профиля. Виды корреляционных функций. Нормированная корреляционная функция. Особые точки профиля. Числа нулей максимумов, перегибов. Определение параметров нормированной корреляционной функции. Определение параметров шероховатости.	4	
3. Контакт отдельной поверхности.	Тема: <i>Контакт отдельной поверхности.</i> Упругопластическое полупространство. Внедрение сферического индентора. Упругая и пластическая составляющие деформации. Предельное значение упругой деформации. Относительная нагрузка. Площадь контакта. Среднее напряжение на площадке контакта. Тема: <i>Контактирование шероховатых поверхностей.</i> Понятие допущения. Функция и плотность распределения неровностей. Общее усилие при упругом контакте. Сближения поверхностей и площадь контакта при упругом контакте. Насыщенный упругий контакт. Общее усилие при упругопластическом контакте. Сближение и площадь контакта при упругопластическом контакте. Насыщенный упругопластический	4	-

	<p>контакт. Тема: <i>Контакт шероховатых поверхностей при взаимном влиянии неровностей.</i> Расчетная схема и принятые допущения. Общее нормальное перемещение соприкасающихся точек. Основное уравнение оссимметричной контактной задачи. Площадь контакта единичной неровности. Анализ взаимного влияния неровностей. Контакт шероховатых поверхностей. Параметры эквивалентной шероховатой поверхности. Тема: <i>Вязкоупругий контакт шероховатых поверхностей.</i> Теория наследованности Больцмана-Вольтерра. Основные уравнения линейной вязкоупругости. Выбор уравнений для описания ядер. Длительный модуль упругости. Изменение относительной площади контакта во времени. Тема: <i>Плотность стыка при контакте шероховатых поверхностей.</i> <u>Содержание:</u> Объем межконтактного пространства, приходящийся на одну неровность. Общий объем межконтактного пространства в стыке. Плотность зазоров. Уравнение границы полупространства. Зависимость плотности зазоров от приложенной нагрузки. Тема: <i>Контакт шероховатых поверхностей с полимерными покрытиями.</i> Взаимодействие отдельной неровности с композиционным (слоистым) полупространством. Геометрия контакта. Суперпозиция деформаций. Расчетная схема и модель контакта. Деформации. Площадь контакта. Максимальное давление на площадке контакта. Контакт шероховатых поверхностей.</p>		
<p>4. Молекулярно-механическая (адгезионно-деформационная) теория трения.</p>	<p>Тема: <i>Молекулярно-механическая (адгезионно-деформационная) теория трения.</i> Деформационная (механическая) составляющая силы трения. Молекулярная составляющая силы трения. Касательные напряжения на границе раздела. Фрикционные параметры. Коэффициент внешнего трения покоя при упругих деформациях. Коэффициент гистерезисных потерь. Экстремум коэффициента внешнего трения. Коэффициент трения при насыщенном упругом контакте. Пластический ненасыщенный и насыщенный контакт. Коэффициент внешнего трения покоя при пластическом контакте. Тема: <i>Факторы, влияющие на коэффициент внешнего трения покоя.</i> Контурное давление при упругом и пластическом контактах. Параметры шероховатости поверхности. Механические свойства контактирующих материалов. Температура контактирующих тел. Тема: <i>Вычисление коэффициента трения.</i> Определение величин необходимых для определения коэффициента трения покоя. Метод определения молекулярной составляющей коэффициента трения и фрикционных параметров. Алгоритм вычисления коэффициента трения.</p>	<p>4</p>	<p>-</p>
<p>5. Расчет интенсивности</p>	<p>Тема: <i>Расчет интенсивности изнашивания материалов.</i></p>	<p>4</p>	

изнашивания материалов.	Общая характеристика процесса изнашивания. Физическая модель износа. Основные расчетные зависимости. Факторы, влияющие на интенсивность изнашивания.		
6. Методы расчета износа сопряжений.	<p>Тема: <i>Методы расчета износа сопряжений.</i></p> <p>Исходные закономерности изнашивания материалов. Износ поверхности и сопряжения. Классификация сопряжений по условиям изнашивания. Исследование условия касания. Расчет износа: направляющие поступательного и вращательного движения; сопряжений с переменными условиями касания. Приработка неточно выполненных и деформированных тел.</p> <p><i>Расчет на износ с учетом жесткости.</i></p> <p>Тема: <i>Расчет на износ с учетом жесткости.</i></p> <p>Контактная задача для изнашивающихся сопряжений. Переход статической эпюры давления в динамическую. Жестко связанные сопряжения.</p> <p><i>Расчет предельных состояний по износу и надежности сопряжений.</i></p> <p>Максимально допустимые износы. Предельные износы многозвенных механизмов. Показатели надежности. Прогнозирование износа. Влияние износа на выходные параметры машины. Алгоритм расчета машины на надежность.</p>	4	-
ИТОГО		24	-

3.3. Лабораторные работы

Учебным планом не предусмотрено.

3.4. Практические занятия, семинары

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование тем практических занятий</i>	<i>Объем в часах</i>	<i>Вид занятия в инновационной форме</i>
1	2.	Методы описания шероховатых поверхностей деталей машин.	4	-
2	3.	Контактирование шероховатых поверхностей.	4	-
3	4.	Расчет коэффициентов внешнего трения.	4	-
4	5.	Расчет интенсивности изнашивания.	6	-
5	6.	Расчет износа сопряжений.	6	-
ИТОГО			24	-

3.5. Контрольные мероприятия:

Учебным планом не предусмотрено.

4. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<i>№, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Компетенции</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Компетенции</i>					<i>Σ комп.</i>	<i>t_{ср} час</i>	<i>Вид учебной работы</i>	<i>Оценка результатов</i>	
			<i>ОПК</i>				<i>ПК</i>					
			<i>1</i>	<i>2</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>3</i>					<i>5</i>
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Введение в теорию трения и изнашивания.		14	+	+	+	+	+	+	6	1,8	ЛК, СР	ЗАЧЕТ
2. Методы описания шероховатых поверхностей деталей машин.		18	+	+	+	+	+	+	6	3	ЛК, СР, ПЗ	
3. Контактное взаимодействие шероховатых поверхностей.		18	+	+	+	+	+	+	6	3,2	ЛК, СР, ПЗ	
1. Расчет коэффициентов внешнего трения.		18	+	+	+	+	+	+	6	3,33	ЛК, СР, ПЗ	
2. Расчет интенсивности изнашивания.		20	+	+	+	+	+	+	6	3,33	ЛК, СР, ПЗ	
3. Расчет износа сопряжений.		20	+	+	+	+	+	+	6	3,33	ЛК, СР, ПЗ	
		108							6	18		

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Крагельский И.В., Основы расчетов на трение и износ / И.В. Крагельский, М.Н. Добычин, В.С. Комбалов. – М.: Машиностроение, 1977. 526с.

2. Полимеры в узлах трения машин и приборов : справочник / А.В. Чичинадзе, А.Л. Левин, М.М. Бородулин, Е.В. Зиновьев; Под ред. А.В. Чичинадзе. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение, 1988. - 328 с.

3. Пенкин Н. С. Основы трибологии и триботехники / Н.С. Пенкин, А.Н. Пенкин , В.М. . М.: Машиностроение, 2008. - 208 с.

4. Трение, износ и смазка (трибология и триботехника) : учебное пособие / А.В. Чичинадзе, Э.М. Берлинер, Э.Д. Браун и др.; Под ред. А.В. Чичинадзе. - М. : Машиностроение, 2003. - 576 с.

5. Огар П.М. Контактные задачи в герметологии неподвижных соединений / П.М. Огар, Д.Б. Горохов, А.С. Кожевников. Братск: Изд-во БрГУ, 2017. 242 с.

6. Огар П.М., Механика контактирования шероховатых поверхностей / П.М. Огар, Д.Б. Горохов, А.В. Турченко. Братск: Изд-во БрГУ, 2016. 282 с.

6. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Наименование издания	Вид занятия	Кол-во экземпляров в библиотеке, шт.	Обеспеченность
1	2	3	4	5
Основная литература				
1.	Гаркунов, Д. Н. Триботехника: конструирование, изготовление и эксплуатация машин : учебник / Д. Н. Гаркунов. - 5-е изд., перераб. и доп. - М. : МСХА, 2002. - 630 с. 26	Лк, ПЗ, СР	26	1
Дополнительная литература				
2.	Трение, изнашивание и смазка. Справочник в 2 кн. /Под.ред.И.В.Крагельского, В.В.Алисына. М.: Машиностроение, Кн.1. 1978. 400с., Кн. 2. 1979. – 358с.	Лк, ПЗ, СР	5	1
3.	Крагельский И.В. Узлы трения машин. И.В. Крагельский, Н.М. Михин. М.: Машиностроение, 1984. 277с.	Лк, ПЗ, СР	8	1

7. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО - ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Электронный каталог библиотеки БрГУ
http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=

2. Электронная библиотека БрГУ
<http://ecat.brstu.ru/catalog> .

3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»
<http://biblioclub.ru> .

4. Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань»»
<http://e.lanbook.com> .

5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"
<http://window.edu.ru> .
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru> .
7. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)
<https://uisrussia.msu.ru/> .
8. Национальная электронная библиотека НЭБ
<http://xn--90ax2c.xn--plai/how-to-search/> .
9. Информационный центр «Библиотека имени К. Д. Ушинского» РАО. – URL:
<http://www.gnpbu.ru>.
10. Научная библиотека Российской академии народного хозяйства и государственной службы при президенте Российской Федерации. – URL: <https://lib.ranepa.ru/ru>
11. Электронная гуманитарная библиотека МГУ. – URL: <http://gumfak.ru>.
12. Научная библиотека МГУ им. Ломоносова. – URL: <http://nbgmu.ru>.
13. Электронный журнал «Психолого-педагогические исследования». – URL:
<http://psyedu.ru>.
14. Институт научной информации по общественным наукам (ИНИОН) РАН. – URL:
<http://inion.ru>
15. Российский государственный гуманитарный университет, научная библиотека. – URL: <https://liber.rsuh.ru>.
16. Российская государственная библиотека. – URL: <https://www.rsl.ru>.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Приступая к изучению новой учебной дисциплины, обучающиеся должны ознакомиться с учебной программой, учебной, научной и методической литературой, имеющейся в библиотеке ФГБОУ ВО «БрГУ», получить в библиотеке рекомендованные учебники и учебно-методические пособия.

Практическое занятие ограничено связано с другими формами организации учебно-воспитательного процесса, включая, прежде всего, самостоятельную работу аспирантов. На практические занятия выносятся узловые темы курса, усвоение которых определяет качество профессиональной подготовки аспирантов.

Особенностью практического занятия является возможность равноправного и активного участия каждого аспиранта в обсуждении рассматриваемых вопросов.

В ходе подготовки к практическим занятиям изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы.

В ходе практических занятий принимать активное участие в обсуждении учебных вопросов: выступать с докладами, рефератами, обзорами научных статей, отдельных публикаций периодической печати, касающихся содержания темы практического занятия. В ходе своего выступления использовать технические средства обучения.

С целью более глубокого усвоения изучаемого материала задавать вопросы преподавателю. После подведения итогов практического занятия устранить недостатки, отмеченные преподавателем.

При подготовке к зачету повторять пройденный материал в строгом соответствии с учебной программой, примерным перечнем учебных вопросов, вынесенных на зачет и содержащихся в данной программе. Использовать литературу, рекомендованную преподавателем. При необходимости обратиться за консультацией и методической помощью к преподавателю.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется обучающимся по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Видами заданий для внеаудиторной самостоятельной работы являются:

- *для овладения знаниями*: чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы), составление плана текста, графическое изображение структуры текста, конспектирование текста, выписки из текста, работа со словарями и справочниками, ознакомление с нормативными документами, учебно-исследовательская работа, использование аудио- и видеозаписей, компьютерной техники и Интернета и др.

- *для закрепления и систематизации знаний*: работа с конспектом лекции, обработка текста, повторная работа над учебным материалом (учебника, первоисточника, дополнительной литературы, аудио и видеозаписей, составление плана, составление таблиц для систематизации учебного материала, ответ на контрольные вопросы, заполнение рабочей тетради, аналитическая обработка текста (аннотирование, рецензирование, реферирование, конспект-анализ и др), подготовка мультимедиа сообщений/докладов к выступлению на семинаре (конференции), подготовка реферата, составление библиографии и др.

- *для формирования умений*: решение задач и упражнений по образцу, решение вариативных задач, выполнение чертежей, схем, выполнение расчетов (графических работ), решение ситуационных (профессиональных) задач, проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности, опытно экспериментальная работа, рефлексивный анализ профессиональных умений с использованием аудио- и видеотехники и др.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся может осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине и внеаудиторную самостоятельную работу аспирантов по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. ОС Windows 7 Professional;
2. Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level;
3. Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Security;
4. Ай-Логос Система дистанционного обучения;
5. Программное обеспечение для мультимедиа-лингфонного комплекта RINEL-LINGO, позволяющего реализовать функциональные возможности мультимедийного компьютерного класса;
6. ПО "Антиплагиат".

10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

<i>Вид занятия</i>	<i>Наименование аудитории</i>	<i>Перечень основного оборудования</i>	<i>№ ПЗ</i>
1	2	3	4
Лк	Лекционная аудитория (мультимедийный класс)	Интерактивная доска «SMART» Интерактивный планшет Wacom RL-2200 Системный блок РЧ-351, учебная мебель	
ПЗ	Научно-исследовательская лаборатория	Учебная мебель Системный блок ATHLONx2 7550/GeForce, Терминал LCP 19 Samsung	№1-№5

		<p>E1920NR, Персол. Компьютер iRU-corp i5-3470 Монитор Samsung 21.5 S22B350BRed-BlackF, Планшетный ПК Accer Iconia Tab A501 10", МФУ canon LaserBase MF-3228 принтер/копир/сканер, Графическая станция IPU Corp 17-4930K (Монитор LG 23)</p>	
СР	Читальный зал № 1	<p>Учебная мебель Оборудование 10-ПК i5-2500/Н67/4Gb(монитор TFT19 Samsung); принтер HP LaserJet P2055D</p>	

АННОТАЦИЯ
рабочей программы дисциплины
ОСНОВЫ ТЕОРИИ ТРЕНИЯ И ИЗНАШИВАНИЯ

1. Цель и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является: углубленная подготовка аспирантов и соискателей по научной специальности 05.02.02 – Машиноведение, системы приводов и детали машин с фундаментальными знаниями основ теории трения и изнашивания деталей машин, которые необходимы для решения основных проблем современного машиностроения – повышения надежности, коэффициента полезного действия и долговечности машин.

Задачей изучения дисциплины является: изучение основ теории трения и изнашивания:

- моделирования шероховатости поверхностей;
- определения контактных характеристик в стыке шероховатых поверхностей при упругом, вязкоупругом, упругопластичном и пластичном контактах;
- роли взаимного влияния микронеровностей;
- влияния покрытий на контактные характеристики;
- положения о молекулярно-механической теории трения;
- определения коэффициентов трения;
- расчета интенсивности изнашивания;
- методов расчета износа сопряжений.

2. Структура дисциплины

2.1 Общая трудоемкость дисциплины составляет 108 часов, 3 зачетных единицы.

2.2 Основные разделы дисциплины:

- 1 – Введение в теорию трения и изнашивания.
- 2 - Методы описания шероховатых поверхностей деталей машин.
- 3 - Контактное взаимодействие шероховатых поверхностей.
- 4 - Расчет коэффициентов внешнего трения.
- 5 - Расчет интенсивности изнашивания.
- 6 - Расчет износа сопряжений.

3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- 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 - ОПК-1;

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

- способностью проявлять инициативу в области научных исследований, в том числе в ситуациях технического и экономического риска, с осознанием меры ответственности за принимаемые решения - ОПК-4;

- способность планировать и проводить экспериментальные исследования с последующим адекватным оцениванием получаемых результатов - ОПК-5;

- способность разрабатывать варианты решения научной проблемы, находить решения в условиях многокритериальной постановки - ПК-3

- способностью определять методы повышения долговечности деталей и узлов машин - ПК-5.

4. Вид промежуточной аттестации: зачет.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ
И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
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	1. Введение в теорию трения и изнашивания.	1.1. Введение в теорию трения и изнашивания.	-
		2. Методы описания шероховатых поверхностей деталей машин.	2.1. Методы описания шероховатости. 2.2. Дискретная модель шероховатости 2.3. Модель шероховатости в виде нормального случайного поля.	Вопросы к зачету № 1-5.
ОПК-2	способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники	3. Контактное взаимодействие шероховатых поверхностей.	3.1. Контакт отдельной поверхности. 3.2. Контактное взаимодействие шероховатых поверхностей. 3.3. Контакт шероховатых поверхностей при взаимном влиянии неровностей. 3.4. Вязкоупругий контакт шероховатых поверхностей. 3.5. Плотность стыка при контакте шероховатых поверхностей. 3.6. Контакт шероховатых поверхностей с полимерными покрытиями.	Вопросы к зачету № 6-10.
ОПК-4	способность проявлять инициативу в области научных исследований, в том числе в ситуациях технического и экономического риска, с осознанием меры ответственности за принимаемые решения		4. Расчет коэффициентов внешнего трения.	4.1. Молекулярно-механическая (адгезионно-деформационная) теория трения. 4.2. Факторы, влияющие на коэффициент внешнего трения
ОПК-5	способность планировать и проводить экспериментальные исследования с последующим адекватным оцениванием получаемых результатов			
ПК-3	способность разрабатывать варианты решения научной			

ПК-5	проблемы, находить решения в условиях многокритериальной постановки		покоя. 4.3. Вычисление коэффициента трения.	
	способность определять методы повышения долговечности деталей и узлов машин	1. 5. Расчет интенсивности изнашивания.	5.1. Расчет интенсивности изнашивания материалов.	Вопрос к зачету № 15.
		2. 6. Расчет износа сопряжений.	6.1. Методы расчета износа сопряжений. 6.2. Расчет на износ с учетом жесткости. 6.3. Расчет предельных состояний по износу и надежности сопряжений.	Вопрос к зачету № 16.

2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине «Основы теории трения и изнашивания» проводится в форме зачета.

	Компетенции <i>(согласно п.1.4)</i>		ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ	№ и наименование раздела <i>(согласно п.3.1)</i>
	Код	Определение		
1	2	3	4	5
1.	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	1. Методика определения параметров шероховатости. 2. Способы описания опорной кривой профиля шероховатой поверхности. 3. Дискретная модель шероховатости. 4. Форма единичной неровности. 5. Модель шероховатости в виде нормального случайного поля.	Методы описания шероховатых поверхностей деталей машин.
	ОПК-2	способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники	6. Контакт отдельной неровности. Виды контакта. 7. Функция и плотность распределения неровностей по высоте. 8. Контактные характеристики при взаимодействии шероховатых поверхностей при упругом контакте. 9. Контактные характеристики при взаимодействии шероховатых поверхностей при упругопластическом контакте. 10. Контакт шероховатых поверхностей с тонкослойными покрытиями.	Контактирование шероховатых поверхностей.

	ОПК-4	способность проявлять инициативу в области научных исследований, в том числе в ситуациях технического и экономического риска, с осознанием меры ответственности за принимаемые решения	11. Молекулярно-механическая теория трения. 12. Деформационная составляющая силы трения. 13. Молекулярная составляющая силы трения. 14. Коэффициент внешнего трения при упругих деформациях неровностей.	Расчет коэффициентов внешнего трения.
	ОПК-5	способность планировать и проводить экспериментальные исследования с последующим адекватным оцениванием получаемых результатов	15. Расчет интенсивности изнашивания материалов.	Расчет интенсивности изнашивания.
	ПК-3	способность разрабатывать варианты решения научной проблемы, находить решения в условиях многокритериальной постановки	16. Методы расчета износа сопряжений.	Расчет износа сопряжений.
	ПК-5	способность определять методы повышения долговечности деталей и узлов машин		

3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p>Знать: ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-3, ПК-5 - основные методы научно-исследовательской деятельности, используемые в машиностроении; - современные методы решения нетиповых задач математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера; -возможные последствия принятого инициативного решения в области научных исследований и осознавать ответственность перед собой и обществом. - планирование, постановку и проведение экспериментальных научных исследований с последующим адекватным оцениванием получаемых результатов; - научные проблемы; - фундаментальные основы долговечности и надежности отдельных узлов и деталей машины.</p> <p>Уметь: ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-3, ПК-5 -использовать имеющиеся знания для интерпретации и оценки новых решений в области построения и моделирования машин, приводов;</p>	зачтено	«зачтено» выставляется обучающимся, обнаружившим всестороннее знание теоретических основ дисциплины, в частности проводить исследования в области теории трения и изнашивания.

<p>оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства.</p> <p>-использовать современные методы исследования при решении задач конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники;</p> <p>-осуществлять оценку технических и экономических рисков при решении конструкторско-технологических задач в области машиностроения.</p> <p>- осуществлять планирование, постановку и проведение экспериментальных научных исследований с последующим адекватным оцениванием получаемых результатов;</p> <p>- разрабатывать варианты решения научной проблемы, анализировать эти проблемы, находить компромиссные решения в условиях многокритериальности и неопределенности;</p> <p>- определять факторы, влияющие на долговечность надежности отдельных узлов и деталей машин.</p> <p>Владеть: ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-3, ПК-5</p> <p>- Навыками оценки новых решений в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования.</p> <p>- методами анализа и оценки новизны, актуальности, достоверности и представления получаемых результатов.</p> <p>-навыками реализации конструкторско-технологических задач и внедрения перспективных технологий.</p> <p>- планированием, постановкой и проведением экспериментальных научных исследований с последующим адекватным оцениванием получаемых результатов.</p> <p>- анализом научных проблем, нахождением компромиссных решений в условиях многокритериальности и неопределенности;</p> <p>- методами повышения долговечности деталей машины на всех этапах ее создания и эксплуатации.</p>	<p>не зачтено</p>	<p>«Не зачтено» выставляется обучающимся, допустившим принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, а также в незнании основных методов научных исследований в области теории трения и изнашивания.</p>
--	--------------------------	---

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности

Фонд оценочных средств по дисциплине «Основы теории трения и изнашивания» находится на выпускающей кафедре машиноведения, механики и инженерной графики.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 3
К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ**

***Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе
на 2020 – 2021 учебный год***

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

Дополнений нет

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

Изменений нет

Рабочая программа соответствует учебному плану очной формы обучения от 03 марта 2020г. №118,
и заочной формы обучения от 03 марта 2020г. №118

Протокол заседания кафедры № 1 от «07» сентября 2020 г.,

И.о. заведующего кафедрой _____

(подпись)

Фрейберг С.А.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 4
К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ**

Содержание дисциплины для заочной формы обучения

2.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоемкость дисциплины в часах						Курсовая работа (проект), контрольная работа, реферат, РГР	Вид промежуточной аттестации (экзамен, зачет)
			Всего часов (с экз.)	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Семинары	Практические занятия		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Заочная	4	7	108	12	8	-	4	96	-	Зачёт

2.2. Распределение объема дисциплины по видам учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость

Вид учебной работы	Трудоемкость, часов	в т.ч. в инновационной форме, час.	Распределение по семестрам, час
			7
Аудиторные занятия (всего)	12	-	12
Лекции (Лк)	8	-	8
Практические занятия (ПЗ)	4	-	4
Самостоятельная работа (СР) (всего)	96	-	96
Подготовка к практическим занятиям	40	-	40
Подготовка к зачету	56	-	56
Вид промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	Зачет	-	Зачет
Общая трудоемкость дисциплины, час.	108	-	108
зач. ед.	3	-	3

3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебной работы

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Виды учебной работы; часы			
		Лекции	Практические занятия	СР*	Всего часов
1.	Введение в теорию трения и изнашивания.	1	-	10	11
2.	Методы описания шероховатых поверхностей деталей машин.	2	-	20	22
3.	Контактирование	2	-	20	22

	шероховатых поверхностей.				
4.	Расчет коэффициентов внешнего трения.	1	1	16	18
5.	Расчет интенсивности изнашивания.	1	2	20	23
6.	Расчет износа сопряжений.	1	1	10	12
	ИТОГО	8	4	96	108

3.2. Содержание лекционных занятий

<i>Номер, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Наименование тем (разделов)</i>	<i>Объем в часах</i>	<i>Вид занятия в инновационной форме</i>
1. Введение в теорию трения и изнашивания.	Тема: Введение в теорию трения и изнашивания.	1	
2. Методы описания шероховатости.	Тема: Методы описания шероховатости. Тема: Модель шероховатости в виде нормального случайного поля.	2	
3. Контакт отдельной поверхности.	Тема: Контакт отдельной поверхности. Тема: Контактирование шероховатых поверхностей. Тема: Контакт шероховатых поверхностей при взаимном влиянии неровностей. Тема: Вязкоупругий контакт шероховатых поверхностей. Тема: Плотность стыка при контакте шероховатых поверхностей. Тема: Контакт шероховатых поверхностей с полимерными покрытиями.	2	-
4. Молекулярно-механическая (адгезионно-деформационная) теория трения.	Тема: Молекулярно-механическая (адгезионно-деформационная) теория трения. Тема: Факторы, влияющие на коэффициент внешнего трения покоя. Тема: Вычисление коэффициента трения.	1	-
5. Расчет интенсивности изнашивания материалов.	Тема: Расчет интенсивности изнашивания материалов.	1	
6. Методы расчета износа сопряжений.	Тема: Методы расчета износа сопряжений. Расчет на износ с учетом жесткости. Тема: Расчет на износ с учетом жесткости. Расчет предельных состояний по износу и надежности сопряжений.	1	-
	ИТОГО	8	-

3.3. Лабораторные работы

Учебным планом не предусмотрено.

3.4. Практические занятия, семинары

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование тем практических занятий</i>	<i>Объем в часах</i>	<i>Вид занятия в инновацион ной форме</i>
1	3.	Контактирование шероховатых поверхностей.	1	-
2	4.	Расчет коэффициентов внешнего трения.	1	-
3	5.	Расчет интенсивности изнашивания.	1	-
4	6.	Расчет износа сопряжений.	1	-
ИТОГО			4	-

3.5. Контрольные мероприятия:

Учебным планом не предусмотрено.

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.06.01 Машиностроение от «01» марта 2021г. № 83

Программу составил(и):

Огар Петр Михайлович, профессор, профессор, д.т.н.



Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры ММиИГ

от «01» марта 2021 г., протокол № 6

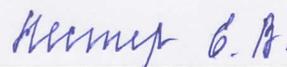
Заведующий кафедрой

Фрейберг Светлана Алексеевна

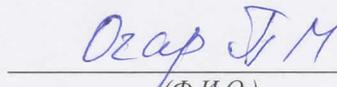

(подпись)
(Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО:

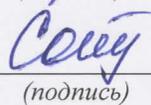
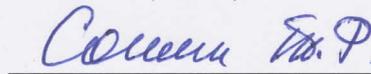
Начальник
Управления аспирантуры и докторантуры


(подпись)
(Ф.И.О.)

Ответственный за реализацию ОПОП


(подпись)
(Ф.И.О.)

Директор библиотеки


(подпись)
(Ф.И.О.)

Регистрационный № 409