

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

Солуков Е.И. Луковникова

« 24 » 05 2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Контактное взаимодействие шероховатых поверхностей

ФТД.В.02

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

15.06.01 Машиностроение

05.02.02 Машиноведение, системы приводов и детали машин

Квалификация (степень) выпускника: Исследователь. Преподаватель-исследователь

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Стр.

| | |
|---|----|
| 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 | 4 |
| 2.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения | 4 |
| 2.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость | 4 |
| 3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ | 5 |
| 3.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебной работы | 5 |
| 3.2 Содержание лекционных занятий..... | 5 |
| 3.3 Лабораторные работы..... | 6 |
| 3.4 Практические занятия, семинары..... | 6 |
| 3.5 Контрольные мероприятия | 6 |
| 4. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ | 7 |
| 5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ | 8 |
| 6. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ | 8 |
| 7. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО - ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ | 9 |
| 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ | 9 |
| 9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ | 10 |
| 10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ | 10 |
| Приложение 1. Аннотация рабочей программы дисциплины | 11 |
| Приложение 2. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации | 12 |
| Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе | 15 |
| Приложение 4. Содержание дисциплины для заочной формы обучения | 16 |

1. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1. Цель дисциплины

Целью изучения дисциплины является: формирование профессиональных знаний и навыков в области обеспечения требуемых контактных характеристик в стыках шероховатых поверхностей соединений деталей машин.

1.2. Задачи дисциплины

Задачами освоения дисциплины является: изучение методов описания шероховатых поверхностей; изучение основных моделей контактного взаимодействия шероховатых поверхностей; определение основных контактных характеристик в стыках шероховатых поверхностей.

1.3. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы

Дисциплина «Контактное взаимодействие шероховатых поверхностей» относится к факультативной части.

Дисциплина «Контактное взаимодействие шероховатых поверхностей» базируется на знаниях, полученных при изучении таких учебных дисциплин, как: механические свойства материалов, механика контактирования деталей машин.

Основываясь на изучении перечисленных дисциплин, «Контактное взаимодействие шероховатых поверхностей» представляет основу для изучения дисциплины (дисциплин): основы теории трения и изнашивания, 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-2 | способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники; | знать: современные методы решения нетиповых задач математического, физического, конструкторского, 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-3 | способность формировать и аргументировано представлять научные гипотезы; | знать: - требования к оформлению научно-квалификационной работы и представлению ее основных результатов. уметь: - самостоятельно ориентироваться в отборе методов и методик для проведения научных исследований, оценивать их эффективность в научно-исследовательской работе. владеть: - навыками постановки цели исследований, |

| | | |
|------|---|--|
| | | решаемых задач и гипотез исследования, выбора методов и средств исследований и обработки получаемых результатов. |
| ПК-1 | способностью разрабатывать физические и математические модели исследуемых узлов приводов и деталей машин, систем, процессов и явлений, относящихся к машиноведению; | знать - формы представления математических моделей различных физических процессов и технических устройств на их основе, относящихся к машиноведению; уметь - осуществлять выбор адекватных объекту и предмету исследования методов и методик научного исследования; владеть - навыками анализа и систематизации результатов научно-исследовательской работы. |
| 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 |
|----------------|------|---------|---------------------------------|------------------|--------|---------------------|----------------------|------------------------|--|------------------------------|
| | | | Всего часов (с экз.) | Аудиторных часов | Лекции | Лабораторные работы | Практические занятия | Самостоятельная работа | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Очная | 3 | 6 | 72 | 24 | 12 | - | 12 | 48 | - | зачет |
| Заочная | 3 | 6 | 72 | 10 | 4 | - | 6 | 62 | - | зачёт |
| Заочная | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Очно-заочная | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

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

| Вид учебных занятий | Трудоемкость, часов | в т.ч. в инновационной форме, час. | Распределение по семестрам, час |
|---|---------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| | | | 6 |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего) | 24 | - | 24 |

| | | | |
|---|----|---|----|
| Лекции | 12 | - | 12 |
| Практические занятия | 12 | - | 12 |
| Групповые консультации | + | - | + |
| II. Самостоятельная работа обучающихся | 48 | - | 48 |
| Подготовка к практическим занятиям | 24 | - | 24 |
| Подготовка к зачету | 24 | - | 24 |
| III. Промежуточная аттестация зачет | + | - | + |
| Общая трудоемкость дисциплины .. час. | 72 | - | 72 |
| зач. ед. | 2 | - | 2 |

3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебной работы

| № раздела | Наименование разделов дисциплины | Виды учебной работы; часы | | | |
|-----------|---|---------------------------|---------------------------------|-----------|-------------|
| | | Лекции | Практические занятия (семинары) | СР* | Всего часов |
| 1. | Математическое описание шероховатой поверхности. | 1 | 1 | 6 | 8 |
| 2. | Контакт отдельной сферической неровности с упругим полупространством. | 1 | 1 | 8 | 10 |
| 3. | Контактные характеристики при упругом контакте шероховатых поверхностей. | 2 | 2 | 8 | 12 |
| 4. | Контакт отдельной сферической неровности с упругопластическим полупространством. | 2 | 2 | 8 | 12 |
| 5. | Контактные характеристики при упругопластическом контакте шероховатых поверхностей. | 2 | 2 | 6 | 10 |
| 6. | Контактирование жесткой шероховатой поверхности со слоистым полупространством | 2 | 2 | 6 | 10 |
| 7. | Особые случаи контактирования шероховатых поверхностей. | 2 | 2 | 6 | 10 |
| | ИТОГО | 12 | 12 | 48 | 72 |

3.2. Содержание лекционных занятий

| Номер, наименование разделов дисциплины | Наименование тем (разделов) | Объем в часах | Вид занятия в инновационной форме |
|---|--|---------------|-----------------------------------|
| 1. Математическое описание шероховатой поверхности. | О подходах к описанию шероховатой поверхности Опорных кривая профиля Моделирование шероховатых поверхностей. | 1 | - |
| 2. Контакт отдельной сферической неровности с упругим полупространством. | Решение контактной задачи с учетом влияния остальных контактирующих неровностей. | 1 | - |
| 3. Контактные характеристики при упругом контакте шероховатых поверхностей. | Относительная площадь контакта Плотность зазоров в стыке Определение начала пластической деформации | 2 | |

| | | | |
|--|--|-----------|----------|
| 4. Контакт отдельной сферической неровности с упругопластическим полупространством. | Описание контакта на основе кинетического индентирования . Метод подобия деформационных характеристик. Геометрия контакта | 2 | - |
| 5. Контактные характеристики при упругопластическом контакте шероховатых поверхностей. | Влияние характеристик упрочняемого материала на относительную площадь контакта и плотность зазоров в стыке | 2 | - |
| 6. Контактное жесткой шероховатой поверхности со слоистым полупространством | Эффективный модуль упругости слоистого тела. Контакт жесткой шероховатой поверхности через слой покрытия | 2 | - |
| 7. Особые случаи контактирования шероховатых поверхностей. | Контактные характеристики при нагружении и разгрузке уплотнительного стыка. Влияние повышенных температур на контактные характеристики . | 2 | - |
| ИТОГО | | 12 | - |

3.3. Лабораторные работы

Учебным планом не предусмотрены.

3.4. Практические занятия, семинары

| <i>№ п/п</i> | <i>Номер раздела дисциплины</i> | <i>Наименование тем практических занятий (семинаров)</i> | <i>Объем в часах</i> | <i>Вид занятия в инновацион ной форме</i> |
|------------------|---|---|--------------------------|---|
| 1 | 1. | Описание опорных кривых профиля параболой и отношением бета-функции | 1 | |
| 2 | 2 | Контактная задача с пригрузкой | 1 | |
| 3 | 3 | Контактные характеристики при взаимном влиянии неровностей | 2 | |
| 4 | 4 | Метод подобия деформационных характеристик | 2 | |
| 5 | 5 | Влияние параметров упрочнения на контактные характеристики | 2 | |
| 6 | 6 | Влияние толщины покрытия на контактные характеристики | 2 | |
| 7 | 7 | Роль предварительного нагружения уплотнительного стыка | 2 | |
| ИТОГО | | | 12 | |

3.5. Контрольные мероприятия:

Учебным планом не предусмотрены.

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

| <i>Компетенции</i> <i>№, наименование разделов дисциплины</i> | <i>Кол- во часов</i> | <i>Компетенции</i> | | | | Σ <i>комп.</i> | <i>t_{ср}, час</i> | <i>Вид учебной работы</i> | <i>Оценка результатов</i> |
|--|------------------------------|--------------------|----------|-----------|----------|--------------------------|----------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| | | <i>ОПК</i> | | <i>ПК</i> | | | | | |
| | | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>1</i> | <i>5</i> | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1. Математическое описание шероховатой поверхности. | 8 | + | + | + | + | 4 | 2 | Лекция, ПЗ, СР | зачет |
| 2. Контакт отдельной сферической неровности с упругим полупространством. | 10 | + | + | + | + | 4 | 3 | Лекция, ПЗ, СР | зачет |
| 3. Контактные характеристики при упругом контакте шероховатых поверхностей. | 12 | + | + | + | + | 4 | 2,5 | Лекция, ПЗ, СР | зачет |
| 4. Контакт отдельной сферической неровности с упругопластическим полупространством. | 12 | + | + | + | + | 4 | 3 | Лекция, ПЗ, СР | зачет |
| 5. Контактные характеристики при упругопластическом контакте шероховатых поверхностей. | 10 | + | + | + | + | 4 | 2,5 | Лекция, ПЗ, СР | зачет |
| 6. Контактное взаимодействие жесткой шероховатой поверхности со слоистым полупространством | 10 | + | + | + | + | 4 | 2,7 | Лекция, ПЗ, СР | зачет |
| 7. Особые случаи контактирования шероховатых поверхностей. | 10 | + | + | + | + | 4 | 2,7 | Лекция, ПЗ, СР | зачет |
| <i>всего часов</i> | 72 | | | | | 4 | 18 | | |

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

1. 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.
2. Огар П.М., Механика контактирования шероховатых поверхностей / П.М. Огар, Д.Б. Горохов, А.В. Турченко. Братск: Изд-во БрГУ, 2016. 282 с.
3. Огар П.М. Проектирование затворов специальной трубопроводной арматуры / Огар П.М, Тарасов В.А. Братск: Изд-во БрГУ, 2014. 191 с.
4. Долотов А.М. Основы теории проектирования уплотнений гидропневмовакуумных систем / А.М. Долотов, С.П. Ереско, П.М. Огар. Красноярск: Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т., 2013. 308 с.
5. Огар П.М. Оптимальное проектирование затворов трубопроводной арматуры / П.М. Огар, В.А. Тарасов, И.И. Корсак Братск: Изд-во БрГУ, 2012. 145 с.
6. Огар П.М. Герметичность металло-полимерных стыков шероховатых поверхностей. / П.М. Огар, Д. Лханаг , Р.Н. Шеремета .Братск: БрГУ, 2006. –159 с.
7. Долотов А.М. Основы теории и проектирование уплотнений пневмогидроарматуры летательных аппаратов / А.М. Долотов, П.М. Огар, Д.Е. Чегодаев. М.: Изд-во МАИ, 2000. 296 с.

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

| № (сквозная нумерация) | <i>Наименование издания (автор, заглавие, выходные данные)</i> | <i>Вид занятия (Лк, ЛР, ПЗ, СР...)</i> | <i>Кол-во экземпляров в библиотеке, шт.</i> | <i>Обеспеченность (экземпляр на 1 обучающегося)</i> |
|----------------------------------|---|--|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Основная литература | | | | |
| 1. | Огар П.М., Тарасов В.А., Корсак И.И. Оптимальное проектирование затворов трубопроводной арматуры: монография. – Братск: Изд-во БрГУ, 2012. – 145 с. | Лк, ПЗ, СР | 46 | 1 |
| 2. | Огар, П. М. Контактирование шероховатых поверхностей: фрактальный подход / П.М.Огар, Д.Б.Горохов. - Братск : БрГУ, 2007. - 171 с. | Лк, ПЗ, СР | 90 | 1 |
| Дополнительная литература | | | | |
| 3. | Гошко, В. Д. Монтаж и техника герметизации фланцевой арматуры. Правила, технология. Прокладочные материалы : технический справочник / А. И. Гошко, В. Д. Продан, А. С. Асцатуров. - М. : Инструмент, 2004. - 160 с. | Лк, ПЗ, СР | 2 | 1 |
| 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. | Лк, ПЗ, СР | 2 | 1 |
| 5. | 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. | Лк, ПЗ, СР | 2 | 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

| Вид учебных занятий | Организация деятельности обучающихся |
|----------------------|---|
| Лекции | Написание конспекта лекций: кратко, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, практическом занятии. |
| Практические занятия | Работа с конспектом лекций, обобщение, систематизация, углубление и конкретизация полученных теоретических знаний, выработка способности и готовности их использования на практике. Развитие интеллектуальных умений, подготовка ответов к контрольным вопросам, работа с основной и дополнительной литературой, необходимой для освоения дисциплины, выполнение заданий, решение задач, активное участие в интерактивной, активной, инновационной формах обучения, составление письменных отчетов. |
| Самостоятельная | <i>Подготовка к практическим занятиям.</i> Проработка основной и дополнительной литературы, терминов, сведений, формул требующихся для запоминания и |

| | |
|--------------------|--|
| работа обучающихся | являющихся основополагающими в разделе. Конспектирование прочитанных литературных источников. Проработка материалов по изучаемому вопросу, с использованием на рекомендуемых ресурсах информационно-телекоммуникационной сети «Интернет». Выполнение заданий преподавателя, необходимых для подготовки к участию в интерактивной, активной, инновационных формах обучения по изучаемой теме. <i>Подготовка к зачету.</i> При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, использовать рекомендуемые ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет». |
|--------------------|--|

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 (согласно п. 4.3,4.4 РПД)</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 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, | №1-№7 |
| СР | Читальный зал № 1 | Учебная мебель Оборудование 10-ПК i5-2500/Н67/4Gb(монитор TFT19 Samsung); принтер HP LaserJet P2055D | --/-- |

**АННОТАЦИЯ
рабочей программы дисциплины
КОНТАКТНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ШЕРОХОВАТЫХ
ПОВЕРХНОСТЕЙ**

1. Цель и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является: формирование профессиональных знаний и навыков в области обеспечения требуемых контактных характеристик в стыках шероховатых поверхностей соединений деталей машин.

Задачами освоения дисциплины является: изучение методов описания шероховатых поверхностей; изучение основных моделей контактного взаимодействия шероховатых поверхностей; определение основных контактных характеристик в стыках шероховатых поверхностей.

2. Структура дисциплины

2.1. Распределение трудоемкости по отдельным видам учебных занятий, включая самостоятельную работу: лекций – 17 часа, практические занятия – 17 часов, самостоятельная работа обучающихся – 38 часов.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 72 часов, 2 зачетных единицы.

2.2. Основные разделы дисциплины:

- 1 – Математическое описание шероховатой поверхности.
- 2 – Контакт отдельной сферической неровности с упругим полупространством.
- 3 – Контакт отдельной сферической неровности с упругопластическим полупространством.
- 4 – Контактные характеристики при упругом контакте шероховатых поверхностей
- 5 – Контактные характеристики при упругопластическом контакте шероховатых поверхностей
- 6 – Контактное взаимодействие жесткой шероховатой поверхности со слоистым полупространством
- 7 – Особые случаи контактирования шероховатых поверхностей

3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

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

ОПК-3 - способность формировать и аргументировано представлять научные гипотезы;

ПК-1 - способностью разрабатывать физические и математические модели исследуемых узлов приводов и деталей машин, систем, процессов и явлений, относящихся к машиноведению

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

4. Вид промежуточной аттестации: зачет.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 2
К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ**

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

1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

| № компетенции | Элемент компетенции | Раздел | Тема | ФОС |
|----------------------|--|--|---|-----------------------------------|
| ОПК-2 | способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники; | 1. Математическое описание шероховатой поверхности. | 1.1 О подходах к описанию шероховатой поверхности 1.2 Опорных кривая профиля 1.3 Моделирование шероховатых поверхностей. | <i>Вопрос к зачету № 1,2</i> |
| | | 2. Контакт отдельной сферической неровности с упругим полупространством | 2.1 Решение контактной задачи с учетом влияния остальных контактирующих неровностей. | <i>Вопрос к зачету № 3, 4</i> |
| ОПК-3 | способность формировать и аргументировано представлять научные гипотезы; | 3. Контактные характеристики при упругом контакте шероховатых поверхностей. | 3.1 Относительная площадь контакта Плотность зазоров в стыке 3.2 Определение начала пластической деформации | <i>Вопросы к зачету № 5, 6</i> |
| | | 4. Контакт отдельной сферической неровности с упругопластическим полупространством | 4.1 Описание контакта на основе кинетического индентирования . Метод подобия деформационных характеристик. Геометрия контакта | <i>Вопросы к зачету № 7, 8, 9</i> |
| ПК-1 | способность разрабатывать физические и математические модели исследуемых узлов приводов и деталей машин, систем, процессов и явлений, относящихся к машиноведению; | 5. Контактные характеристики при упругопластическом контакте шероховатых поверхностей. | 5.1 Влияние характеристик упрочняемого материала на относительную площадь контакта и плотность зазоров в стыке | <i>Вопрос к зачету № 10, 11</i> |
| ПК-5 | способность определять методы повышения долговечности деталей и узлов машин. | 6. Контактное жесткой шероховатой | 6.1 Эффективный модуль упругости слоистого тела. Контакт жесткой | <i>Вопросы к зачету № 12, 13</i> |

| | | | | |
|--|--|--|--|--------------------------|
| | | поверхности со слоистым полупространством | шероховатой поверхности через слой покрытия | |
| | | 7. Особые случаи контактирования шероховатых поверхностей. | 7.1 Контактные характеристики при нагружении и разгрузке уплотнительного стыка. 7.2 Влияние повышенных температур на контактные характеристики . | Вопросы к зачету № 14,15 |

2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине «Контактное взаимодействие шероховатых поверхностей» проводится в форме зачета.

| № п/п | Компетенции (согласно п.1) | | ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ | № и наименование раздела |
|-------|-------------------------------|--|---|--|
| | Код | Определение | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. | ОПК-2 | способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники; | 1. Определение параметров при описании опорной кривой параболой; 2. Определение параметров при описании опорной бета-функции. | 1. Математическое описание шероховатой поверхности. |
| | | | 3. Определение радиуса пятна контакта в задаче Герца. 4. Определение радиуса пятна контакта в контактной задаче с пригрузкой. | 2. Контакт отдельной сферической неровности с упругим полупространством. |
| | | | 5. Относительная площадь контакта без учета взаимного влияния неровностей. 6. Относительная площадь контакта с учетом взаимного влияния неровностей. | 3. Контактные характеристики при упругом контакте шероховатых поверхностей. |
| | ОПК-3 | способность формировать и аргументировано представлять научные гипотезы; | 7. Определение начала пластической деформации. 8. Учет упрочняемости материала через пластическую твердость. . 9. Эффекты “pile-up/sink-in”. | 4. Контакт отдельной сферической неровности с упругопластическим полупространством. |
| | | | ПК-1 | способность разрабатывать физические и математические модели исследуемых узлов приводов и деталей машин, систем, процессов и |

| | | | |
|------|---|---|--|
| ПК-5 | явлений, относящихся к машиноведению; способность определять методы повышения долговечности деталей и узлов машин. | 12. Эффективный модуль упругости слоистого тела. 13. Влияние толщины покрытия на относительную площадь контакта. | 6. Контактное взаимодействие жесткой шероховатой поверхности со слоистым полупространством |
| | | 14. Изменение контактных характеристик при разгрузке стыка. 15. Изменение герметичности уплотнительного стыка при разгрузке. | 7. Особые случаи контактирования шероховатых поверхностей. |

3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

| Показатели | Оценка | Критерии |
|---|-------------------|---|
| <p>Знать: ОПК-2: современные методы решения нетиповых задач математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера; ОПК-3:- требования к оформлению научно-квалификационной работы и представлению ее основных результатов. ПК-5: фундаментальные основы долговечности и надежности отдельных узлов и деталей машины;</p> <p>Уметь: ОПК-2: использовать современные методы исследования при решении задач конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники; ОПК-3:- самостоятельно ориентироваться в отборе методов и методик для проведения научных исследований, оценивать их эффективность в научно-исследовательской работе. ПК-1: осуществлять выбор адекватных объекту и предмету исследования методов и методик научного исследования; ПК-5: определять факторы, влияющие на долговечность надежности отдельных узлов и деталей машин;</p> <p>Владеть: ОПК-2: методами анализа и оценки новизны, актуальности, достоверности и представления получаемых результатов. ОПК-3: навыками постановки цели исследований, решаемых задач и гипотез исследования, выбора методов и средств исследований и обработки получаемых результатов. ПК-1: навыками анализа и систематизации результатов научно-исследовательской работы. ПК-5: методами повышения долговечности деталей машины на всех этапах ее создания и эксплуатации.</p> | зачтено | Оценка «зачтено» выставляется в случае, если студент демонстрирует: <ul style="list-style-type: none"> – недостаточно полное знание программного материала; – выполнение с несущественными ошибками типовых заданий, направленных на применение программного материала; – применение с несущественными ошибками основных положений программного материала. |
| | не зачтено | Оценка «не зачтено» выставляется в случае, если студент демонстрирует: <ul style="list-style-type: none"> – существенные пробелы в знании программного материала; – принципиальные ошибки при выполнении типовых заданий, направленных на применение программного материала; – невозможность применения основных положений программного материала. |

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

Фонд оценочных средств по дисциплине «Контактное взаимодействие шероховатых поверхностей» находится на выпускающей кафедре «Машиноведение, механика и инженерная графика».

**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 _____

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 | 3 | 5 | 72 | 10 | 4 | - | 6 | 62 | - | зачёт |

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

| Вид учебных занятий | Трудоемкость, часов | в т.ч. в инновационной форме, час. | Распределение по семестрам, час |
|--|---------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| | | | 5 |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего) | 10 | - | 10 |
| Лекции | 4 | - | 4 |
| Практические занятия | 6 | - | 6 |
| Групповые консультации | + | - | + |
| II. Самостоятельная работа обучающихся | 62 | - | 62 |
| Подготовка к практическим занятиям | 32 | - | 32 |
| Подготовка к зачету | 30 | - | 30 |
| III. Промежуточная аттестация зачет | + | - | + |
| Общая трудоемкость дисциплины .. час. | 72 | - | 72 |
| зач. ед. | 2 | - | 2 |

3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебной работы

3.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебной работы

| № раздела | Наименование разделов дисциплины | Виды учебной работы; часы | | | |
|-----------|---|---------------------------|---------------------------------|-----|-------------|
| | | Лекции | Практические занятия (семинары) | СР* | Всего часов |
| 1. | Математическое описание шероховатой поверхности. | 0,5 | 0,5 | 6 | 7 |
| 2. | Контакт отдельной сферической неровности с упругим полупространством. | 0,5 | 0,5 | 6 | 7 |
| 3. | Контактные характеристики при упругом | 0,5 | 1 | 10 | 11,5 |

| | | | | | |
|----|---|----------|----------|-----------|-----------|
| | контакте шероховатых поверхностей. | | | | |
| 4. | Контакт отдельной сферической неровности с упругопластическим полупространством. | 0,5 | 1 | 10 | 11,5 |
| 5. | Контактные характеристики при упругопластическом контакте шероховатых поверхностей. | 0,5 | 1 | 10 | 11,5 |
| 6. | Контактирование жесткой шероховатой поверхности со слоистым полупространством | 0,5 | 1 | 10 | 11,5 |
| 7. | Особые случаи контактирования шероховатых поверхностей. | 1 | 1 | 10 | 12 |
| | ИТОГО | 4 | 6 | 62 | 72 |

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. Математическое описание шероховатой поверхности. | О подходах к описанию шероховатой поверхности Опорных кривая профиля Моделирование шероховатых поверхностей. | 0,5 | - |
| 2. Контакт отдельной сферической неровности с упругим полупространством. | Решение контактной задачи с учетом влияния остальных контактирующих неровностей. | 0,5 | - |
| 3. . Контактные характеристики при упругом контакте шероховатых поверхностей. | Относительная площадь контакта Плотность зазоров в стыке Определение начала пластической деформации | 0,5 | |
| 4. Контакт отдельной сферической неровности с упругопластическим полупространством. | Описание контакта на основе кинетического индентирования . Метод подобия деформационных характеристик. Геометрия контакта | 0,5 | - |
| 5. Контактные характеристики при упругопластическом контакте шероховатых поверхностей. | Влияние характеристик упрочняемого материала на относительную площадь контакта и плотность зазоров в стыке | 0,5 | - |
| 6. Контактирование жесткой шероховатой поверхности со слоистым полупространством | Эффективный модуль упругости слоистого тела. Контакт жесткой шероховатой поверхности через слой покрытия | 0,5 | - |
| 7. Особые случаи контактирования шероховатых поверхностей. | Контактные характеристики при нагружении и разгрузке уплотнительного стыка. Влияние повышенных температур на контактные характеристики . | 1 | - |
| | ИТОГО | 4 | - |

3.3. Лабораторные работы

Учебным планом не предусмотрены.

3.4. Практические занятия, семинары

| <i>№ п/п</i> | <i>Номер раздела дисциплины</i> | <i>Наименование тем практических занятий (семинаров)</i> | <i>Объем в часах</i> | <i>Вид занятия в инновацион ной форме</i> |
|------------------|---|---|--------------------------|---|
| 1 | 1. | Описание опорных кривых профиля параболой и отношением бета-функции | 0,5 | - |
| 2 | 2 | Контактная задача с пригрузкой | 0,5 | - |
| 3 | 3 | Контактные характеристики при взаимном влиянии неровностей | 1 | - |
| 4 | 4 | Метод подобия деформационных характеристик | 1 | - |
| 5 | 5 | Влияние параметров упрочнения на контактные характеристики | 1 | - |
| 6 | 6 | Влияние толщины покрытия на контактные характеристики | 1 | - |
| 7 | 7 | Роль предварительного нагружения уплотнительного стыка | 1 | - |
| ИТОГО | | | 6 | - |

3.5. Контрольные мероприятия:

Учебным планом не предусмотрены.

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

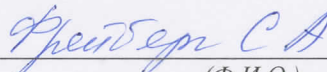
от «14» марта 2021 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой

Фрейберг Светлана Алексеевна



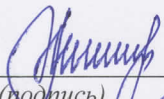
(подпись)



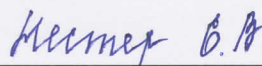
(Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО:

Начальник
Управления аспирантуры и докторантуры

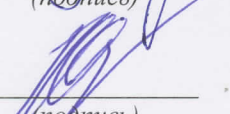


(подпись)

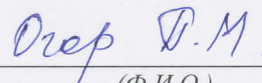


(Ф.И.О.)

Ответственный за реализацию ОПОП




(подпись)

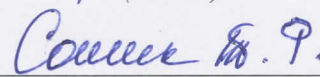


(Ф.И.О.)

Директор библиотеки



(подпись)



(Ф.И.О.)

Регистрационный № 405