

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
«29» марта 2023

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

2.1.6.2(Ф) Контактное взаимодействие шероховатых поверхностей

НАУЧНАЯ СПЕЦИАЛЬНОСТЬ

2.5.2 Машиноведение

Братск, 2023

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 Практические занятия, семинары.....	8
3.4 Контрольные мероприятия	8
4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	9
4.1 Рекомендуемая литература	9
4.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»	9
5. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	11
6. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	11
Приложение 1. Аннотация рабочей программы дисциплины	13
Приложение 2. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации	15
Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе	21

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

	<i>Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине</i>
знать:	<ul style="list-style-type: none">- современные методы решения нетиповых задач математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера;- требования к оформлению научно-квалификационной работы и представлению ее основных результатов.- формы представления математических моделей различных физических процессов и технических устройств на их основе, относящихся к машиноведению;- фундаментальные основы долговечности и надежности отдельных узлов и деталей машины;
уметь:	<ul style="list-style-type: none">- фундаментальные основы долговечности и надежности отдельных узлов и деталей машины;- самостоятельно ориентироваться в отборе методов и методик для проведения научных исследований, оценивать их эффективность в научно-исследовательской работе.- осуществлять выбор адекватных объекту и предмету исследования методов и методик научного исследования;- определять факторы, влияющие на долговечность надежности отдельных узлов и деталей машин;
владеть:	<ul style="list-style-type: none">- методами анализа и оценки новизны, актуальности, достоверности и представления получаемых результатов.- навыками постановки цели исследований, решаемых задач и гипотез исследования, выбора методов и средств исследований и обработки получаемых результатов.- навыками анализа и систематизации результатов научно-исследовательской работы.- 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	Трудоемкость дисциплины в часах					Реферат	Вид промежуточной аттестации (экзамен, зачет)
		Всего часов (с экз.)	Аудиторных часов	Лекции	Семинары Практические занятия	Самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Очная	2	108	36	12	24	72	-	зачёт

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

Вид учебной работы	Трудоемкость, часов	Распределение по курсам, час
		КУРС
Аудиторные занятия (всего)	36	2
Лекции (Лк)	12	2
Практические занятия (ПЗ)	24	2
Групповые консультации	+	+
Самостоятельная работа (СР) (всего)	72	2
Подготовка к практическим занятиям	36	2
Подготовка к зачету	36	2
Вид промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	зачёт	2
Общая трудоемкость дисциплины час.	108	-
зач. ед.	3	2

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.	Математическое описание шероховатой поверхности.	1	2	10	13
2.	Контакт отдельной сферической неровности с упругим полупространством.	1	2	10	13
3.	Контактные характеристики при упругом контакте шероховатых поверхностей.	2	2	10	14

4.	Контакт отдельной сферической неровности с упругопластическим полупространством.	2	4	10	16
5.	Контактные характеристики при упругопластическом контакте шероховатых поверхностей.	2	4	10	16
6.	Контактирование жесткой шероховатой поверхности со слоистым полупространством	2	4	10	16
7.	Особые случаи контактирования шероховатых поверхностей.	2	6	12	20
ИТОГО		12	24	72	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. Математическое описание шероховатой поверхности.	О подходах к описанию шероховатой поверхности Опорных кривая профиля Моделирование шероховатых поверхностей.	2	-
2. Контакт отдельной сферической неровности с упругим полупространством.	Решение контактной задачи с учетом влияния остальных контактирующих неровностей.	2	-
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	4	-
5. Контактные характеристики при упругопластическом контакте шероховатых поверхностей.	Влияние характеристик упрочняемого материала на относительную площадь контакта и плотность зазоров в стыке	4	-

6. Контактное взаимодействие жесткой шероховатой поверхности со слоистым полупространством	Эффективный модуль упругости слоистого тела. Контакт жесткой шероховатой поверхности через слой покрытия	4	-
7. Особые случаи контактирования шероховатых поверхностей.	Контактные характеристики при нагружении и разгрузке уплотнительного стыка. Влияние повышенных температур на контактные характеристики .	6	
ИТОГО		24	-

3.3. Практические занятия

<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	1.	Описание опорных кривых профиля параболой и отношением бета-функции	2	-
2	2	Контактная задача с пригрузкой	2	-
3	3	Контактные характеристики при взаимном влиянии неровностей	2	
4	4	Метод подобия деформационных характеристик	4	
5	5	Влияние параметров упрочнения на контактные характеристики	2	
6	6	Влияние толщины покрытия на контактные характеристики	3	
7	7	Роль предварительного нагружения уплотнительного стыка	2	
ИТОГО			24	-

3.4. Контрольные мероприятия:

Учебным планом не предусмотрено.

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Рекомендуемая литература					
4.1.1. Основная литература					
№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство год	Кол-во	Эл. адрес
1	Огар П.М., Тарасов В.А., Корсак И.И	Оптимальное проектирование затворов трубопроводной арматуры: монография.	Братск: Изд-во БрГУ, 2012.	46	-
2	П.М.Огар, Д.Б.Горохов.	Контактирование шероховатых поверхностей: фрактальный подход	Изд-во БрГУ, 2007	90	-
4.1.2. Дополнительная литература					
№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство год	Кол-во	Эл. адрес
2	А.В. Чичинадзе, Э.М. Берлинер, Э.Д. Браун	Трение, износ и смазка (трибология и триботехника) : учебное пособие	М. : Машиностроение, 2003	3	-
3	А.В.Чичинадзе,А.Л.Левин,М.М.Бородулин,Е.В.Зиновьев	Полимеры в узлах трения машин и приборов : справочник.	М. : Машиностроение, 1988	2	-
4.1.3. Методические разработки					
№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство год	Кол-во	Эл. адрес
	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-
4.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»					
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--p1ai/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://nbmgu.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
4.3.1 Перечень программного обеспечения	
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-лингафонного комплекта RINEL-LINGO, позволяющего реализовать функциональные возможности мультимедийного компьютерного класса;
6	ПО "Антиплагиат".
4.3.2 Перечень информационных справочных систем	
1	Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)
2	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
3	Электронная библиотека БрГУ
4	Электронный каталог библиотеки БрГУ
5	«Университетская библиотека online»
6	Справочно-правовая система «Консультант Плюс»
7	ИСС "Кодекс". Информационно-справочная система

5. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

<i>№ аудитории</i>	<i>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</i>	<i>Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</i>
1	2	3
-	Лекционная аудитория (мультимедийный класс)	Интерактивная доска «SMART» Интерактивный планшет Wacom RL-2200 Системный блок PС-351, учебная мебель
№1-№7	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 Acer Iconia Tab A501 10", - МФУ canon LaserBase MF-3228 принтер/копир/сканер, - Графическая станция IPU Corp 17-4930K (Монитор LG 23)

2101	Читальный зал № 1	- Учебная мебель - Оборудование 10-ПК i5-2500/H67/4Gb (монитор TFT19 Samsung); - принтер HP LaserJet P2055D
------	-------------------	---

6. 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 и экзамену повторять пройденный материал в строгом соответствии с учебной программой, примерным перечнем учебных вопросов, вынесенных на зачет, экзамен 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.

Содержание внеаудиторной самостоятельной определяется в соответствии с рекомендуемыми видами заданий согласно примерной и рабочей программ учебной дисциплины.

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 учебно 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.

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)

<i>Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине</i>	
знать:	<ul style="list-style-type: none">- современные методы решения нетиповых задач математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера;- требования к оформлению научно-квалификационной работы и представлению ее основных результатов.- формы представления математических моделей различных физических процессов и технических устройств на их основе, относящихся к машиноведению;- фундаментальные основы долговечности и надежности отдельных узлов и деталей машины;
уметь:	<ul style="list-style-type: none">- фундаментальные основы долговечности и надежности отдельных узлов и деталей машины;- самостоятельно ориентироваться в отборе методов и методик для проведения научных исследований, оценивать их эффективность в научно-исследовательской работе.- осуществлять выбор адекватных объекту и предмету исследования методов и методик научного исследования;- определять факторы, влияющие на долговечность надежности отдельных узлов и деталей машин;
владеть:	<ul style="list-style-type: none">- методами анализа и оценки новизны, актуальности, достоверности и представления получаемых результатов.- навыками постановки цели исследований, решаемых задач и гипотез исследования, выбора методов и средств исследований и обработки получаемых результатов.- навыками анализа и систематизации результатов научно-исследовательской работы.

	- методами повышения долговечности деталей машины на всех этапах ее создания и эксплуатации.
--	--

4. Вид промежуточной аттестации: Зачёт

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

1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

2.

<i>№</i>	<i>Раздел</i>	<i>Тема</i>	<i>ФОС</i>
1	2	3	4
1	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 № 1.1-1.2</i>
2	2. Контакт отдельной сферической неровности с упругим полупространством.	2.1 Решение контактной задачи с учетом влияния остальных контактирующих неровностей.	<i>Вопрос к зачету № 2.1-2.2</i>
3	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 № 3.1-3.2</i>
4	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 № 4.1-4.3</i>
5	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 № 5.1-5.2</i>
6	6. Контактное жесткой шероховатой поверхности со слоистым полупространством	6.1 Эффективный модуль упругости слоистого тела. Контакт жесткой шероховатой поверхности через слой покрытия	<i>Вопросы к зачету № 6.1-6.2</i>
7	7. Особые случаи	7.1 Контактные	<i>Вопросы к зачету № 7.1-</i>

	контактирования шероховатых поверхностей.	характеристики при нагружении и разгрузке уплотнительного стыка. 7.2 Влияние повышенных температур на контактные характеристики .	7.2
--	---	---	-----

3. Текущий контроль

<i>№</i>	<i>Вид занятия</i>	<i>Раздел</i>	<i>Тема</i>	<i>Форма текущего контроля</i>
1		2	3	4
1	Лекция	1. Математическое описание шероховатой поверхности.	1.1 О подходах к описанию шероховатой поверхности 1.2 Опорных кривая профиля 1.3 Моделирование шероховатых поверхностей.	Практическое занятие
2	Лекция	2. Контакт отдельной сферической неровности с упругим полупространством.	2.1 Решение контактной задачи с учетом влияния остальных контактирующих неровностей.	Практическое занятие
3	Лекция	3. Контактные характеристики при упругом контакте шероховатых поверхностей.	3.1 Относительная площадь контакта Плотность зазоров в стыке 3.2 Определение начала пластической деформации	Практическое занятие
4	Лекция	4. Контакт отдельной сферической неровности с упругопластическим полупространством.	4.1 Описание контакта на основе кинетического индентирования . Метод подобия деформационных характеристик. Геометрия контакта	Практическое занятие
5	Лекция	5. Контактные характеристики при упругопластическом контакте шероховатых поверхностей.	5.1 Влияние характеристик упрочняемого материала на относительную площадь контакта и плотность зазоров в стыке	Практическое занятие
6	Лекция	6. Контакттирование жесткой шероховатой поверхности со слоистым полупространством	6.1 Эффективный модуль упругости слоистого тела. Контакт жесткой шероховатой поверхности через слой покрытия	Практическое занятие
7	Лекция	7. Особые случаи контактирования шероховатых поверхностей.	7.1 Контактные характеристики при нагружении и разгрузке уплотнительного стыка. 7.2 Влияние повышенных температур на контактные	Практическое занятие

			характеристики .	
--	--	--	------------------	--

4. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине «*Контактное взаимодействие шероховатых поверхностей*» проводится в форме Зачёта

<i>№ п/п</i>	<i>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ (ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ)</i>	<i>№ и наименование раздела (согласно р.3)</i>
1	4	5
1.	1. Определение параметров при описании опорной кривой параболой; 2. Определение параметров при описании опорной бета-функции.	1. Математическое описание шероховатой поверхности.
2	1. Определение радиуса пятна контакта в задаче Герца. 2. Определение радиуса пятна контакта в контактной задаче с пригрузкой.	2. Контакт отдельной сферической неровности с упругим полупространством.
3	1. Относительная площадь контакта без учета взаимного влияния неровностей. 2. Относительная площадь контакта с учетом взаимного влияния неровностей.	3. Контактные характеристики при упругом контакте шероховатых поверхностей.
4	1. Определение начала пластической деформации. 2. Учет упрочняемости материала через пластическую твердость. . 3. Эффекты “pile-up/sink-in”.	4. Контакт отдельной сферической неровности с упругопластическим полупространством.
5	1. Влияние параметров упрочняемости материала на относительную площадь контакта. 2. Влияние параметров упрочняемости материала на плотность зазоров в стыке.	5. Контактные характеристики при упругопластическом контакте шероховатых поверхностей.
6	1. Эффективный модуль упругости слоистого тела. 2. Влияние толщины покрытия на относительную площадь контакта.	6. Контактное взаимодействие жесткой шероховатой поверхности со слоистым полупространством
7	1. Изменение контактных характеристик при разгрузке стыка. 2. Изменение герметичности уплотнительного стыка при разгрузке.	7. Особые случаи контактирования шероховатых поверхностей.

4. Критерии и показатели оценивания

<i>Показатели</i>	<i>Оценка</i>	<i>Критерии</i>
Знать: ОПК-2: современные методы решения нетиповых задач математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера; ОПК-3: - требования к оформлению научно-квалификационной работы и	отлично	Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание по предмету демонстрируется на фоне

<p>представлению ее основных результатов.</p> <p>ПК-5: фундаментальные основы долговечности и надежности отдельных узлов и деталей машины;</p> <p>Уметь:</p> <p>ОПК-2: использовать современные методы исследования при решении задач; конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники;</p> <p>ОПК-3: самостоятельно ориентироваться в отборе методов и методик для проведения научных исследований, оценивать их эффективность в научно-исследовательской работе.</p> <p>ПК-1: осуществлять выбор адекватных объекту и предмету исследования методов и методик научного исследования;</p> <p>ПК-5: определять факторы, влияющие на долговечность надежности отдельных узлов и деталей машин;</p> <p>Владеть:</p> <p>ОПК-2: методами анализа и оценки новизны, актуальности, достоверности и представления получаемых результатов.</p> <p>ОПК-3: навыками постановки цели исследований, решаемых задач и гипотез исследования, выбора методов и средств исследований и обработки получаемых результатов.</p> <p>ПК-1: навыками анализа и систематизации результатов научно-исследовательской работы.</p> <p>ПК-5: методами повышения долговечности деталей машины на всех этапах ее создания и эксплуатации</p>		<p>понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком с использованием современной терминологии по дисциплине. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные обучающимся самостоятельно в процессе ответа.</p>
	хорошо	<p>Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен литературным языком с использованием современной терминологии по дисциплине. Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные обучающимся с помощью преподавателя.</p>
	удовлетворительно	<p>Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Обучающийся не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции.</p>
	неудовлетворительно	<p>Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Обучающийся не осознает связь обсуждаемого вопроса по билету с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная, терминология по дисциплине не используется. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа обучающегося.</p>
	зачтено	<p>Оценка «зачтено» выставляется в случае, если аспирант демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> - всестороннее знание теоретических основ дисциплины, - выполнение с несущественными ошибками типовых заданий; - знание основных методов научных исследований в области тяжело нагруженных соединений деталей машин.
не зачтено	<p>Оценка «незачтено» выставляется в случае, если аспирант демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> - существенные пробелы в знании материала; - принципиальные ошибки при выполнении типовых заданий; 	

		- незнание основных методов научных исследований в области тяжело нагруженных соединений деталей машин
--	--	--

**Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе
на 20__-20__ учебный год**

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

Протокол заседания кафедры № ____ от «__» _____ 20__ г.,

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

(Ф.И.О.)

Программа составлена в соответствии с федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, условиями их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов, утвержденными приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 №951

Учебный план 2023 года начала подготовки утвержден приказом ректора от 17.02.2023 №69

Программу составил(и):

Огар П.М, профессор, д.т.н.

(подпись)

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры СДМ

от «21» марта 2023 г., протокол №9

Заведующий кафедрой СДМ _____

С.А. Зеньков

СОГЛАСОВАНО:

Начальник

Управления аспирантуры и докторантуры _____

Е.В. Нестер

Ответственный за реализацию ОПОП _____

П.М. Огар

Директор библиотеки _____

Т.Ф. Сотник

Регистрационный № 624