

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**

2.1.5.1 Механика контактирования деталей машины

## **НАУЧНАЯ СПЕЦИАЛЬНОСТЬ**

2.5.2 Машиноведение

Братск, 2023

<b>1. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ</b> .....	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
<b>2. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ ПО ФОРМАМ ОБУЧЕНИЯ И ВИДАМ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ</b> .....	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
<b>3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	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
<b>4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	9
4.1 Рекомендуемая литература .....	9
4.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» ....	9
<b>5. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	11
<b>6. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	11
<b>Приложение 1.</b> Аннотация рабочей программы дисциплины .....	13
<b>Приложение 2.</b> Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации .....	15
<b>Приложение 3.</b> Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе .....	21

# 1. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

## 1.1. Цель дисциплины

Целью дисциплины является углубленная подготовка аспирантов и соискателей по научной специальности 2.5.2 – Машиноведение с фундаментальными знаниями механики контактного взаимодействия деталей машин, которые необходимы для решения основных проблем современного машиностроения – повышения надежности и снижения металлоемкости машин.

## 1.2. Задачи дисциплины

Так как основы надежности закладываются на этапе проектирования, то возникает необходимость высокоточных прочностных расчетов, в том числе при контактировании деталей машин. Поэтому, при подготовке аспирантов и соискателей по научной специальности 2.5.2 – Машиноведение при:

- начальном контакте вдоль линии;
- начальном контакте вдоль полосы;
- пространственном контакте;
- упругом, вязкоупругом и упругопластическом контакте;
- при наличии покрытий.

## 1.3. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы

Дисциплина «Механика контактирования деталей машин» относится к вариативной части.

Дисциплина «Механика контактирования деталей машин» базируется на знаниях, полученных при изучении таких учебных дисциплин, как: сопротивление материалов, детали машин.

Основываясь на изучении перечисленных дисциплин, «Механика контактирования деталей машин» представляет основу для изучения дисциплины (дисциплин): оптимальное проектирование машин, основы теории трения и изнашивания.

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>	
<b>знать:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- современные методы решения нетиповых задач математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера;</li><li>- требования к оформлению научно-квалификационной работы и представлению ее основных результатов.</li><li>- возможные последствия принятого инициативного решения в области научных исследований и осознавать ответственность перед собой и обществом.</li><li>- прикладное программное обеспечение;</li><li>- закономерности влияния состава структуры материалов на их механические свойства.</li></ul>
<b>уметь:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- использовать современные методы исследования при решении задач конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники;</li><li>- самостоятельно ориентироваться в отборе методов и методик для проведения научных исследований, оценивать их эффективность в научно-исследовательской работе.</li><li>- осуществлять оценку технических и экономических рисков при решении конструкторско-технологических задач в области машиностроения.</li><li>- создавать прикладное программное обеспечение для решения задач теоретических и экспериментальных исследований;</li><li>- определять и проводить статистическую обработку результатов механических испытаний;</li></ul>

<b>владеть:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- методами анализа и оценки новизны, актуальности, достоверности и представления получаемых результатов.</li> <li>- навыками постановки цели исследований, решаемых задач и гипотез исследования, выбора методов и средств исследований и обработки получаемых результатов.</li> <li>- навыками реализации конструкторско-технологических задач и внедрения перспективных технологий.</li> <li>- созданием прикладного программного обеспечения для решения задач теоретических и экспериментальных исследований</li> <li>- методами определения основных механических свойств материалов;</li> <li>- методами практического применения теоретических положений.</li> </ul>
-----------------	--

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

### 2.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

<i>Форма обучения</i>	<i>Курс</i>	<i>Трудоемкость дисциплины в часах</i>					<i>Реферат</i>	<i>Вид промежуточной аттестации (экзамен, зачет)</i>
		<i>Всего часов (с экз.)</i>	<i>Аудиторных часов</i>	<i>Лекции</i>	<i>Семинары Практические занятия</i>	<i>Самостоятельная работа</i>		
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
<b>Очная</b>	3	108	48	24	24	60	-	зачёт

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

<i>Вид учебной работы</i>	<i>Трудоемкость, часов</i>	<i>Распределение по курсам, час</i>
		<i>КУРС</i>
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	48	3
Лекции (Лк)	24	3
Практические занятия (ПЗ)	24	3
<b>Самостоятельная работа (СР) (всего)</b>	60	3
Подготовка к практическим занятиям	30	3
Подготовка к зачету	30	3
<b>Вид промежуточной аттестации (экзамен, зачет)</b>	зачёт	3
Общая трудоемкость дисциплины ..... час.	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 дисциплину.	4	-	10	14
2.	Перемещения и силы в зоне контакта.	4	-	10	14
3.	Нагружение упругого полупространства вдоль прямой.	4	12	10	26
4.	Действие сосредоточенных нагрузок на упругое полупространство.	4	-	10	14
5.	Нормальный контакт упругих тел.	4	-	10	14
6.	Особые случаи контактного взаимодействия деталей машин.	4	12	10	26
	<b>ИТОГО</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>60</b>	<b>108</b>

### 3.2. Содержание лекционных занятий

Номер, наименование разделов дисциплины	Наименование тем (разделов)	Объем в часах	Вид занятия в инновационной форме
1. Введение в дисциплину.	Тема: Введение в дисциплину. Основные проблемы современного машиностроения. Роль механики контактного взаимодействия деталей машин. Формирование механики контактного взаимодействия. Работы Г.Герца. Развитие механики контакта в СССР. Работы Мухелишвили Н.И., Штаермана И.Я., Галина Л.А., Александрова В.М., Горячевой И.Г., Добычина Н.Н., Дроздова М.С. Примеры контактирования деталей машин.	<b>4</b>	-
2. Перемещения и силы в зоне контакта.	Тема: Перемещения и силы в зоне контакта. Относительное движение поверхностей. Усилия, передаваемые через точку. Поверхностные усилия.	<b>4</b>	-
3. Нагружение упругого полупространства вдоль прямой.	Тема: Нагружение упругого полупространства вдоль прямой. Упругое полупространство. Сосредоточенные нормальная и касательная силы. Распределенные нормальные и касательные усилия. Граничные условия в перемещениях, задаваемые в области контакта. Тема: Примеры решения контактных задач при нагружении упругого полупространства вдоль прямой. Затворы трубопроводной арматуры. Предварительное смещение поверхностей. Общее решение контактной задачи. Роль трения в зоне контакта. Напряженно-деформированное состояние в упругом полупространстве. Контактные задачи с изменяющимися начальными условиями. Дополнительные уравнения. Алгоритм решения.	<b>4</b>	-
4. Действие сосредоточенных	Тема: Действие сосредоточенных нагрузок на упругое полупространство.	<b>4</b>	-

нагрузок на упругое полупространство.	Потенциалы Буссинеска и Черрути. Сосредоточенная нормальная сила. Давление, приложенное по круговой области. Равномерное давление. Постоянное нормальное смещение. Давление Герца. Давление по эллиптической области; постоянное напряжение; давление Герца. Сосредоточенная касательная сила.		
5. Нормальный контакт упругих тел.	<p>Тема: Площадь контакта круг.</p> <p>Геометрия контактирующих гладких поверхностей несогласованной формы. Теория упругого контакта Герца. Определение радиуса площадки контакта и сближения тел. Напряженное состояние.</p> <p>Тема: Площадь контакта эллипс.</p> <p>Профили общего вида. Определение параметра формы (эксцентриситета) и размера эллиптической области контакта. Определение сближения контактирующих тел.</p> <p><u>Тема:</u> Контакт цилиндрических тел в условиях плоской задачи.</p> <p>Контакт двух цилиндров с параллельными осями. Область контакта – полоса. Расстояние между точками ненагруженных поверхностей, соприкасающихся после приложения нагрузки. Решение интегрального уравнения. Определение ширины контакта.</p> <p><u>Тема:</u> Контактная задача теории упругости Штаермана .</p> <p>Постановка задачи. Элементарные перемещения. Основное уравнение оссимметричной контактной задачи. Общее решение. Определение радиуса площадки контакта и максимального контактного давления. Сравнение с решением Герца.</p>	4	-
6. Особые случаи контактного взаимодействия деталей машин.	<p><u>Тема:</u> Внедрение пластического индентора в упругопластическое полупространство.</p> <p>Упругая и пластическая составляющие упругопластической деформации. Предельное значение упругой деформации. Относительная нагрузка. Площадь контакта. Среднее напряжение на площадке контакта.</p> <p><u>Тема:</u> Вязкоупругий контакт.</p> <p>Теория наследственности Больцмана-Вальтерра. Основные уравнения линейной вязкоупругости. Ядро и резольвента интегрального уравнения. Выбор уравнений для описания ядер. Мгновенный и длительный модуль упругости. Изменение площади контакта во времени.</p> <p><u>Тема:</u> Напряженно-деформированное состояние слоистого упругого тела.</p> <p>Нагружение слоистого полупространства распределенной нагрузкой. Допущения математической модели контакта. Упругогеометрический комплексный параметр. Перемещения центральной точки круговой площадки контакта. Напряжения по</p>	4	-

	оси симметрии. Взаимодействие сферического индентора с композиционным (слоистым) полупространством. Геометрия контакта. Суперпозиция деформаций. Расчетная схема и модель контакта. Сближение тел. Радиус контакта. Максимальное давление на площадке контакта.		
	<b>ИТОГО</b>	<b>24</b>	-

### 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	3.	Плоская контактная задача с начальным касанием вдоль линии. Плоская контактная задача с начальным касанием вдоль полосы. Плоская контактная задача с изменяющимися начальными условиями.	12	-
2	6.	Задача о внедрении сферического индентора в упругопластическое полупространство. Напряженно-деформированное состояние слоистого упругого тела..	12	-
		<b>ИТОГО</b>	<b>24</b>	-

### 3.4. Контрольные мероприятия:

Учебным планом не предусмотрено.

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
ДИСЦИПЛИНЫ

<b>4.1. Рекомендуемая литература</b>					
<b>4.1.1. Основная литература</b>					
№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство год	Кол-во	Эл. адрес
1	П.М. Огар, В.А. Тарасов, И.И. Корсак	Оптимальное проектирование затворов трубопроводной арматуры	Изд-во БрГУ, 2012	46	-
2	П.М.Огар, Д.Б.Горохов.	Контактирование шероховатых поверхностей: фрактальный подход	Изд-во БрГУ, 2007	90	-
<b>4.1.2. Дополнительная литература</b>					
№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство год	Кол-во	Эл. адрес
1	Д. Н. Гаркунов, П. И. Корник	Виды трения и износа. Эксплуатационные повреждения деталей машин. учебное пособие	МСХА, 2003.	15	-
<b>4.1.3. Методические разработки</b>					
№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство год	Кол-во	Эл. адрес
	-	-	-	-	
	-	-	-	-	
<b>4.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»</b>					
1	Электронный каталог библиотеки БрГУ <a href="http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&amp;C21COM=F&amp;I21DBN=BOOK&amp;P21DBN=BOOK&amp;S21CNR=&amp;Z21ID=">http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&amp;C21COM=F&amp;I21DBN=BOOK&amp;P21DBN=BOOK&amp;S21CNR=&amp;Z21ID=</a>				
2	Электронная библиотека БрГУ <a href="http://ecat.brstu.ru/catalog">http://ecat.brstu.ru/catalog</a> .				
3	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» <a href="http://biblioclub.ru">http://biblioclub.ru</a> .				
4	Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань» <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a> .				
5	Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a> .				
6	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>				
7	Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ) <a href="https://uisrussia.msu.ru/">https://uisrussia.msu.ru/</a> .				
8	Национальная электронная библиотека НЭБ <a href="http://xn--90ax2c.xn--p1ai/how-to-search/">http://xn--90ax2c.xn--p1ai/how-to-search/</a>				
9	Информационный центр «Библиотека имени К. Д. Ушинского» РАО. – URL: <a href="http://www.gnpbu.ru">http://www.gnpbu.ru</a>				
10	Научная библиотека Российской академии народного хозяйства и государственной службы при президенте Российской Федерации. – URL: <a href="https://lib.ranepa.ru/ru">https://lib.ranepa.ru/ru</a>				
11	Электронная гуманитарная библиотека МГУ. – URL: <a href="http://gumfak.ru">http://gumfak.ru</a> .				
12	Научная библиотека МГУ им. Ломоносова. – URL: <a href="http://nbmgu.ru">http://nbmgu.ru</a>				
13	Электронный журнал «Психолого-педагогические исследования». – URL: <a href="http://psyedu.ru">http://psyedu.ru</a> .				

14	Институт научной информации по общественным наукам (ИНИОН) РАН. – URL: <a href="http://inion.ru">http://inion.ru</a>
15	Российский государственный гуманитарный университет, научная библиотека. – URL: <a href="https://liber.rsuh.ru">https://liber.rsuh.ru</a> .
16	Российская государственная библиотека. – URL: <a href="https://www.rsl.ru">https://www.rsl.ru</a>
<b>4.3.1 Перечень программного обеспечения</b>	
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".
<b>4.3.2 Перечень информационных справочных систем</b>	
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 ПЧ-351, учебная мебель
№1-№2	Научно-исследовательская лаборатория	- 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 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.

# АННОТАЦИЯ

## рабочей программы дисциплины

### МЕХАНИКА КОНТАКТИРОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИНЫ

#### 1. Цель и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является: углубленная подготовка аспирантов и соискателей по научной специальности 2.5.2. – Машиноведение с фундаментальными знаниями механики контактного взаимодействия деталей машин, которые необходимы для решения основных проблем современного машиностроения – повышения надежности и снижения металлоемкости машин.

Задачей изучения дисциплины является: Так как основы надежности закладываются на этапе проектирования, то возникает необходимость высокоточных прочностных расчетов, в том числе при контактировании деталей машин. Поэтому, при подготовке аспирантов и соискателей по научной специальности 2.5.2 – Машиноведение ставится задача изучения механики взаимодействия деталей машин при:

- начальном контакте вдоль линии;
- начальном контакте вдоль полосы;
- пространственном контакте;
- упругом, вязкоупругом и упругопластическом контакте;
- при наличии покрытий.

#### 2. Структура дисциплины

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

2.2 Основные разделы дисциплины:

- 1 – Введение в дисциплину;
- 2 - Перемещения и силы в зоне контакта;
- 3 - Нагружение упругого полупространства вдоль прямой;
- 4 - Действие сосредоточенных нагрузок на упругое полупространство;
- 5 - Нормальный контакт упругих тел;
- 6 - Особые случаи контактного взаимодействия деталей машин.

#### 3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)

<i>Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине</i>	
<b>знать:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- современные методы решения нетиповых задач математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера;</li><li>- требования к оформлению научно-квалификационной работы и представлению ее основных результатов.</li><li>- возможные последствия принятого инициативного решения в области научных исследований и осознавать ответственность перед собой и обществом.</li><li>- прикладное программное обеспечение;</li><li>- закономерности влияния состава структуры материалов на их механические свойства.</li></ul>
<b>уметь:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- использовать современные методы исследования при решении задач конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники;</li><li>- самостоятельно ориентироваться в отборе методов и методик для проведения научных исследований, оценивать их эффективность в научно-исследовательской работе.</li><li>- осуществлять оценку технических и экономических рисков при решении</li></ul>

	<p>конструкторско-технологических задач в области машиностроения.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- создавать прикладное программное обеспечение для решения задач теоретических и экспериментальных исследований;</li> <li>- определять и проводить статистическую обработку результатов механических испытаний;</li> </ul>
<b>владеть:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- методами анализа и оценки новизны, актуальности, достоверности и представления получаемых результатов.</li> <li>- навыками постановки цели исследований, решаемых задач и гипотез исследования, выбора методов и средств исследований и обработки получаемых результатов.</li> <li>- навыками реализации конструкторско-технологических задач и внедрения перспективных технологий.</li> <li>- созданием прикладного программного обеспечения для решения задач теоретических и экспериментальных исследований</li> <li>- методами определения основных механических свойств материалов;</li> <li>- методами практического применения теоретических положений.</li> </ul>

**4. Вид промежуточной аттестации: Зачёт**

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

### 1. Описание фонда оценочных средств

<i>№</i>	<i>Раздел</i>	<i>Тема</i>	<i>ФОС</i>
1	2	3	4
1	Введение в дисциплину.	1.1. Введение в дисциплину.	<i>Вопрос к зачету № 1</i>
2	Перемещения и силы в зоне контакта.	2.1. Перемещения и силы в зоне контакта.	<i>Вопрос к зачету № 2</i>
3	Нагружение упругого полупространства вдоль прямой.	3.1. Нагружение упругого полупространства вдоль прямой. 3.2. Примеры решения контактных задач	<i>Вопросы к зачету № 3.1,3.2</i>
4	Действие сосредоточенных нагрузок на упругое полупространство.	4.1. Действие сосредоточенных нагрузок на упругое полупространство.	<i>Вопросы к зачету № 4</i>
5	Нормальный контакт упругих тел.	5.1. Площадь контакта круг. 5.2. Контакт цилиндрических тел в условиях плоской задачи. 5.3. Контактная задача теории упругости Штаермана .	<i>Вопрос к зачету № 5.1, 5.2</i>
6	Особые случаи контактного взаимодействия деталей машин.	6.1. Внедрение пластического индентора в упругопластическое полупространство. 6.2. Вязкоупругий контакт. 6.3. Напряженно-деформированное состояние слоистого упругого тела.	<i>Вопросы к зачету № 6.1-6.4</i>

### 2. Текущий контроль

<i>№</i>	<i>Вид занятия</i>	<i>Раздел</i>	<i>Тема</i>	<i>Форма текущего контроля</i>
1		2	3	4
1	<b>Лекция</b>	Введение в дисциплину.	1.1. Введение в дисциплину.	-
2	<b>Лекция</b>	Перемещения и силы в зоне контакта.	2.1. Перемещения и силы в зоне контакта.	-

<b>3</b>	<b>Лекция</b>	Нагружение упругого полупространства вдоль прямой.	3.1. Нагружение упругого полупространства вдоль прямой. 3.2. Примеры решения контактных задач	Практическое занятие
<b>4</b>	<b>Лекция</b>	Действие сосредоточенных нагрузок на упругое полупространство.	4.1. Действие сосредоточенных нагрузок на упругое полупространство.	-
<b>5</b>	<b>Лекция</b>	Нормальный контакт упругих тел.	5.1. Площадь контакта круг. 5.2. Контакт цилиндрических тел в условиях плоской задачи. 5.3. Контактная задача теории упругости Штаермана.	-
<b>6</b>	<b>Лекция</b>	Особые случаи контактного взаимодействия деталей машин.	6.1. Внедрение пластического индентора в упругопластическое полупространство. 6.2. Вязкоупругий контакт. 6.3. Напряженно-деформированное состояние слоистого упругого тела.	Практическое занятие

### 3. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине «*Механика контактирования деталей машин*» проводится в форме **Зачёта**

<b>№ п/п</b>	<b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ (ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ)</b>	<b>№ и наименование раздела (согласно р.3)</b>
<b>1</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>1.</b>	Примеры контактирования деталей машин	Введение в дисциплину
<b>2</b>	Усилия, передаваемые через точку, поверхностные усилия.	Перемещения и силы в зоне контакта
<b>3</b>	1. Решения контактных задач с начальным касанием вдоль линии. Решение контактных задач с начальным касанием вдоль полосы. Роль трения в зоне контакта. 2. Решение контактных задач при начальном касании вдоль полосы в среде Mathcad.	Нагружение упругого полупространства вдоль прямой;
<b>4</b>	Сосредоточенная нормальная сила.	Действие сосредоточенных нагрузок на упругое полупространство
<b>5</b>	1. Давление, приложенное по круговой области. 2. Теория упругого контакта Герца. Определение радиуса площадки контакта и сближение тел.	Нормальный контакт упругих тел
<b>6</b>	1. Упругая и пластическая составляющие упругопластического контакта.	Особые случаи контактного взаимодействия

2.Предельные значения упругой деформации. Относительная нагрузка.	деталей машин.
3.Площадка контакта при упругопластическом внедрении сферы	
4.Решение задачи упругопластического внедрения сферы в упрочняемое полупространство.	

#### 4. Критерии и показатели оценивания

<i>Показатели</i>	<i>Оценка</i>	<i>Критерии</i>
<p><b>Знать: ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ПК-2, ПК-4</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные методы решения нетиповых задач математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера;</li> <li>- требования к оформлению научно-квалификационной работы и представлению ее основных результатов.</li> <li>-возможные последствия принятого инициативного решения в области научных исследований и осознавать ответственность перед собой и обществом.</li> <li>- прикладное программное обеспечение;</li> <li>- закономерности влияния состава структуры материалов на их механические свойства.</li> </ul> <p><b>Уметь: ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ПК-2, ПК-4</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- самостоятельно ориентироваться в отборе методов и методик для проведения научных исследований, оценивать их эффективность в научно-исследовательской работе.</li> <li>- использовать современные методы исследования при решении задач конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники;</li> <li>-осуществлять оценку технических и экономических рисков при решении конструкторско-технологических задач в области машиностроения.</li> <li>- создавать прикладное программное обеспечение для решения задач теоретических и экспериментальных исследований;</li> </ul> <p><b>Владеть: ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ПК-2, ПК-4</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами анализа и оценки новизны, актуальности, достоверности и представления</li> </ul>	<b>отлично</b>	<p>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 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>
	<b>хорошо</b>	<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>
	<b>удовлетворительно</b>	<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>
	<b>неудовлетворительно</b>	<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</p>

<p>получаемых результатов.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками постановки цели исследований, решаемых задач и гипотез исследования, выбора методов и средств исследований и обработки получаемых результатов.</li> <li>- навыками реализации конструкторско-технологических задач и внедрения перспективных технологий.</li> <li>- созданием прикладного программного обеспечения для решения задач теоретических и экспериментальных исследований</li> <li>- методами определения основных механических свойств материалов;</li> <li>- методами практического применения теоретических положений.</li> </ul>		неграмотная, терминология по дисциплине не используется. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа обучающегося.
	<b>зачтено</b>	<p>Оценка «зачтено» выставляется в случае, если аспирант демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- всестороннее знание теоретических основ дисциплины,</li> <li>- выполнение с несущественными ошибками типовых заданий;</li> <li>- знание основных методов научных исследований в области тяжело нагруженных соединений деталей машин.</li> </ul>
	<b>не зачтено</b>	<p>Оценка «незачтено» выставляется в случае, если аспирант демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- существенные пробелы в знании материала;</li> <li>- принципиальные ошибки при выполнении типовых заданий;</li> <li>- незнание основных методов научных исследований в области тяжело нагруженных соединений деталей машин</li> </ul>

**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 № 626