

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности

_____ А.М. Патрусова

05 мая _____ 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

2.1.5.1 Механика контактирования деталей машин

Закреплена за кафедрой **Подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин и оборудования**

Учебный план a252_25_ MB.plx

Научная специальность 2.5.2. Машиноведение

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Виды контроля на курсах:

Зачет 3

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (3.1)		Итого	
	Неделя			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	24	24	24	24
Практические	24	24	24	24
Итого ауд.	48	48	48	48
Контактная работа	48	48	48	48
Сам. работа	60	60	60	60
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

д.т.н., проф., Огар Петр Михайлович _____

Рабочая программа дисциплины

Механика контактирования деталей машин

разработана в соответствии с ФГТ:

Федеральные государственные требования к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов) (приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 г. № 951) составлена на основании учебного плана:

научная специальность 2.5.2. Машиноведение
утвержденного приказом ректора от 31.01.2025 № 57.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин и оборудования

Протокол от 18 апреля 2025 г. № 10

Срок действия программы: 4 года

Зав. кафедрой Зеньков С.А.

Ответственный за реализацию ОПОП _____ Огар П.М.

№ регистрации _____ 113
(УАД)

Визирование РПД для исполнения в учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 20__-20__ учебном году на заседании кафедры

Подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин и оборудования

Внесены изменения/дополнения (Приложение _____)

Протокол от _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Углубленная подготовка аспирантов и соискателей с фундаментальными знаниями механики контактного взаимодействия деталей машин, которые необходимы для решения основных проблем современного машиностроения – повышения надежности и снижения металлоемкости машин.
-----	--

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:	2.1.5.1
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Обеспечение эксплуатационных характеристик тяжело нагруженных соединений деталей машин
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Машиноведение

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Р-1 : Готовность к самостоятельной научно-исследовательской и педагогической деятельности на основании способности к генерированию новых идей и поиска нестандартных решений в профессиональной деятельности

Р-1.5 : Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических научных задач

Знать: современные методы решения нетиповых задач математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера; требования к оформлению научно-квалификационной работы и представлению ее основных результатов; возможные последствия принятого инициативного решения в области научных исследований и осознавать ответственность перед собой и обществом; прикладное программное обеспечение; закономерности влияния состава структуры материалов на их механические свойства.

Уметь: использовать современные методы исследования при решении задач конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники; самостоятельно ориентироваться в отборе методов и методик для проведения научных исследований, оценивать их эффективность в научно-исследовательской работе; осуществлять оценку технических и экономических рисков при решении конструкторско-технологических задач в области машиностроения; создавать прикладное программное обеспечение для решения задач теоретических и экспериментальных исследований; определять и проводить статистическую обработку результатов механических испытаний.

Владеть: 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 реализации конструкторско-технологических задач и внедрения перспективных технологий; созданием прикладного программного обеспечения для решения задач теоретических и экспериментальных исследований; методами определения основных механических свойств материалов; методами практического применения теоретических положений.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Вид занятия	Наименование разделов и тем	Семестр / Курс	Часов	Литература	Примечание
	Раздел	Раздел 1. Введение.				
1.1	Лек	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.	3	4	Л1.1 Л1.2Л2.1	Результат освоения дисциплины Р-1.5
1.2	Ср	Изучение материала.	3	8	Л1.1 Л1.2Л2.1	Результат освоения дисциплины Р-1.5
	Раздел	Раздел 2. Перемещения и силы в зоне контакта.				

2.1	Лек	Перемещения и силы в зоне контакта. Относительное движение поверхностей. Усилия, передаваемые через точку. Поверхностные усилия.	3	4	Л1.1 Л1.2Л2.1	Результат освоения дисциплины Р-1.5
2.2	Ср	Изучение материала.	3	8	Л1.1 Л1.2Л2.1	Результат освоения дисциплины Р-1.5
	Раздел	Раздел 3. Нагружение упругого полупространства вдоль прямой.				
3.1	Лек	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.	3	2	Л1.1 Л1.2Л2.1	Результат освоения дисциплины Р-1.5
3.2	Лек	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.	3	2	Л1.1 Л1.2Л2.1	Результат освоения дисциплины Р-1.5
3.3	Пр	Плоская контактная задача с начальным касанием вдоль линии.	3	4	Л1.1 Л1.2Л2.1	Результат освоения дисциплины Р-1.5
3.4	Пр	Плоская контактная задача с начальным касанием вдоль полосы.	3	4	Л1.1 Л1.2Л2.1	Результат освоения дисциплины Р-1.5
3.5	Пр	Плоская контактная задача с изменяющимися начальными условиями.	3	4	Л1.1 Л1.2Л2.1	Результат освоения дисциплины Р-1.5
3.6	Ср	Изучение материала. Подготовка к практическим занятиям.	3	12	Л1.1 Л1.2Л2.1	Результат освоения дисциплины Р-1.5
	Раздел	Раздел 4. Действие сосредоточенных нагрузок на упругое полупространство.				

4.1	Лек	Действие сосредоточенных 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.	3	4	Л1.1 Л1.2Л2.1	Результат освоения дисциплины Р-1.5
4.2	Ср	Изучение материала.	3	8	Л1.1 Л1.2Л2.1	Результат освоения дисциплины Р-1.5
	Раздел	Раздел 5. Нормальный контакт упругих тел.				
5.1	Лек	Площадь контакта круг. Геометрия контактирующих гладких поверхностей несогласованной формы. Теория упругого контакта Герца. Определение радиуса площадки контакта и сближения тел. Напряженное состояние.	3	1	Л1.1 Л1.2Л2.1	Результат освоения дисциплины Р-1.5
5.2	Лек	Площадь контакта эллипс. Профили общего вида. Определение параметра формы (эксцентриситета) и размера эллиптической области контакта. Определение сближения контактирующих тел.	3	1	Л1.1 Л1.2Л2.1	Результат освоения дисциплины Р-1.5
5.3	Лек	Контакт цилиндрических тел в условиях плоской задачи. Контакт двух цилиндров с параллельными осями. Область контакта – полоса. Расстояние между точками ненагруженных поверхностей, соприкасающихся после приложения нагрузки. Решение интегрального уравнения. Определение ширины контакта.	3	1	Л1.1 Л1.2Л2.1	Результат освоения дисциплины Р-1.5
5.4	Лек	Контактная задача теории упругости Штаермана. Постановка задачи. Элементарные перемещения. Основное уравнение оссимметричной контактной задачи. Общее решение. Определение радиуса площадки контакта и максимального контактного давления. Сравнение с решением Герца.	3	1	Л1.1 Л1.2Л2.1	Результат освоения дисциплины Р-1.5
5.5	Ср	Изучение материала.	3	8	Л1.1 Л1.2Л2.1	Результат освоения дисциплины Р-1.5

	Раздел	Раздел 6. Особые случаи контактного взаимодействия деталей машин.				
6.1	Лек	Внедрение пластического индентора в упругопластическое полупространство. Упругая и пластическая составляющие упругопластической деформации. Предельное значение упругой деформации. Относительная нагрузка. Площадь контакта. Среднее напряжение на площадке контакта.	3	1	Л1.1 Л1.2Л2.1	Результат освоения дисциплины Р-1.5
6.2	Лек	Вязкоупругий контакт. 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.	3	1	Л1.1 Л1.2Л2.1	Результат освоения дисциплины Р-1.5
6.3	Лек	Напряженно-деформированное состояние слоистого упругого тела. Нагружение слоистого полупространства распределенной нагрузкой. Допущения математической модели контакта. Упругогеометрический комплексный параметр. Перемещения центральной точки круговой площадки контакта. Напряжения по 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.	3	2	Л1.1 Л1.2Л2.1	Результат освоения дисциплины Р-1.5
6.4	Пр	Задача о внедрении сферического индентора в упругопластическое полупространство.	3	6	Л1.1 Л1.2Л2.1	Результат освоения дисциплины Р-1.5
6.5	Пр	Напряженно-деформированное состояние слоистого упругого тела.	3	6	Л1.1 Л1.2Л2.1	Результат освоения дисциплины Р-1.5
6.6	Ср	Изучение материала. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к зачету.	3	14	Л1.1 Л1.2Л2.1	Результат освоения дисциплины Р-1.5

6.7	Зачёт	Сдача зачета.	3	2	Л1.1 Л1.2Л2.1	Результат освоения дисциплины Р-1.5
-----	-------	---------------	---	---	---------------	-------------------------------------

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Технология дистанционного обучения (получение образовательных услуг без посещения университета, с помощью современных систем телекоммуникации (электронная почта, Интернет и др.))

Образовательные технологии с использованием активных методов обучения (лекция – беседа)

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

6.1. Критерии оценивания дисциплины

Критерии оценивания:

Оценка «зачтено» выставляется в случае, если аспирант демонстрирует:

- всестороннее знание теоретических основ дисциплины,
- выполнение с несущественными ошибками типовых заданий;
- знание основных методов научных исследований в области тяжело нагруженных соединений деталей машин.

Оценка «незачтено» выставляется в случае, если аспирант демонстрирует:

- существенные пробелы в знании материала;
- принципиальные ошибки при выполнении типовых заданий;
- незнание основных методов научных исследований в области тяжело нагруженных соединений деталей машин

6.2. Темы письменных работ

Учебным планом не предусмотрено

6.3. Фонд оценочных средств

Вопросы к зачету.

Раздел 1. Введение в дисциплину.

2.Примеры контактирования деталей машин.

Раздел 2. Перемещения и силы в зоне контакта.

1. Усилия, передаваемые через точку, поверхностные усилия.

Раздел 3. Нагружение упругого полупространства вдоль прямой.

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.

Раздел 4. Действие сосредоточенных нагрузок на упругое полупространство.

1. Сосредоточенная нормальная сила.

Раздел 5. Нормальный контакт упругих тел.

1. Давление, приложенное по круговой области.

2. Теория упругого контакта Герца. Определение радиуса площадки контакта и сближение тел.

Раздел 6. Особые случаи контактного взаимодействия деталей машин.

1. Упругая и пластическая составляющие упругопластического контакта.

2. Предельные значения упругой деформации. Относительная нагрузка.

3. Площадка контакта при упругопластическом внедрении сферы.

4. Решение задачи упругопластического внедрения сферы в упрочняемое полупространство.

6.4. Перечень видов оценочных средств

Вопросы к зачету.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л1. 1	Огар П.М., Горохов Д.Б.	Контактирование шероховатых поверхностей:фрактальный подход: научное издание	Братск: БрГУ, 2007	88	
Л1. 2	Огар П.М., Тарасов В.А., Корсак И.И.	Оптимальное проектирование затворов трубопроводной арматуры: монография	Братск: БрГУ, 2012	1	http://ecat.brstu.ru/catalog/Монографии/Огар% р% 20П.М.Оптимальное % 20проектирование% 20затворов% 20трубопроводной% 20арматуры.2012.pdf

7.1.2. Дополнительная литература					
	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л2. 1	Гаркунов Д.Н., Корник П.И.	Виды трения и износа. Эксплуатационные повреждения деталей машин.: учебное пособие	Москва: МСХА, 2003	15	
7.3.1 Перечень программного обеспечения					
7.3.1.1	Microsoft Windows Professional 7 Russian Upgrade Academic OPEN No Level				
7.3.1.2	Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level				
7.3.1.3	КОМПАС-3D V13				
7.3.1.4	T-FLEX				
7.3.2 Перечень информационных справочных систем					
7.3.2.1	Издательство "Лань" электронно-библиотечная система				
7.3.2.2	«Университетская библиотека online»				
7.3.2.3	Электронный каталог библиотеки БрГУ				
7.3.2.4	Электронная библиотека БрГУ				
7.3.2.5	Национальная электронная библиотека НЭБ				
8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)					
Аудитория	Назначение	Оснащение аудитории			Вид занятия
2201	читальный зал №1	Комплект мебели (посадочных мест) Стеллажи Комплект мебели (посадочных мест) для библиотекаря Выставочные шкафы ПК i5-2500/H67/4Gb (монитор TFT19 Samsung) (10шт.); принтер HP Laser Jet P2055D (1шт.)			Ср
2128а	Учебная аудитория (мультимедийный класс)	Основное оборудование: - Проектор мультимедийный «CASIO» XJ-UT310WN с настенным креплением CASIO YM-88-1шт.; - Интерактивная доска Promethean 88 ActivBoard Touch Dry Erase 6 касаний с настенным креплением и программным обеспечением Promethean ActivInspire1-шт.; - Монитор LGL1953S-SF -1шт.; - Системный блок (AMD 690G,mANX,HDD Seagate 250Gb, DIMM DDR//2*512Mb, DVDRV,FDD-1шт. Дополнительно: Маркерная доска – 1 шт. Учебная мебель: Комплект мебели (посадочные места) – 30 шт. Комплект мебели (посадочное место/АРМ для преподавателя) – 1/1 шт.			Лек
2131	Учебная аудитория (дисплейный класс)	Основное оборудование: - Автоматизированное рабочее место Моноблок Aquarius Mnb Pro T584 R52 (23.8"/i7_8700T/D4_8G/VINT/SSD10 00/SB/NIC/WiFi/KM/ AstraCE – 15 шт; - Принтер Xerox Phaser 3140 Laser Printer – 1 шт; - Компьютерный тренажёр одноковшового гидравлического экскаватора Digger Zaxis 240- 1 шт; - Телевизор LED75" (190 см) Xiaomi TV A Pro 75 2025 [4K UltraHD, 3840x2160, Smart] – 1 шт. Дополнительно: Маркерная доска – 1 шт. Учебная мебель: Комплект мебели (посадочные места / АРМ) – 15/15 шт. Комплект мебели (посадочное место/АРМ) для преподавателя – 1/1 шт.			Ср

2132	Лаборатория деталей машин и основы конструирования	<p>Основное оборудование:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Лабораторное оборудование ДМ-30М; - лабораторное оборудование ДМ-28М; - лабораторное оборудование ДМ-29М; - лабораторное оборудование ДМ-55А; - Лабораторное оборудование ДМ-22М; - установка ТММ-33 (2шт.); - установка ТММ-46/1 (2шт.), - графопроектор; экран; - станок токарный; - станок деревообрабатывающий; - набор кодотранспорантов «Основы конструирования и детали машин»; - Компрессор (2шт.); - Стенд комплект; - Тепловизор; - Осциллограф С1-18; - Электротельфер; - Макет редуктора (9шт.). <p>Дополнительно:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Монитор CRT 17 Samsung 705MS; - Монитор TFT 19 Samsung 971P.LCD; - Монитор Samsung. - Монитор TFT 19 LG1953S-SF; - Системный блок CPU 5000.2; - Системный блок CPU 5000/RAM 2Gb/HDD; - Системный блок P4Cel 2326/256 Mb/80; - Принтер HPLJ1160. - меловая доска - 1шт. <p>Учебная мебель:</p> <ul style="list-style-type: none"> - комплект мебели (посадочных мест) - 20шт.; - комплект мебели (посадочных мест) для преподавателя - 1шт. 	Пр
2132	Лаборатория деталей машин и основы конструирования	<p>Основное оборудование:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Лабораторное оборудование ДМ-30М; - лабораторное оборудование ДМ-28М; - лабораторное оборудование ДМ-29М; - лабораторное оборудование ДМ-55А; - Лабораторное оборудование ДМ-22М; - установка ТММ-33 (2шт.); - установка ТММ-46/1 (2шт.), - графопроектор; экран; - станок токарный; - станок деревообрабатывающий; - набор кодотранспорантов «Основы конструирования и детали машин»; - Компрессор (2шт.); - Стенд комплект; - Тепловизор; - Осциллограф С1-18; - Электротельфер; - Макет редуктора (9шт.). <p>Дополнительно:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Монитор CRT 17 Samsung 705MS; - Монитор TFT 19 Samsung 971P.LCD; - Монитор Samsung. - Монитор TFT 19 LG1953S-SF; - Системный блок CPU 5000.2; - Системный блок CPU 5000/RAM 2Gb/HDD; - Системный блок P4Cel 2326/256 Mb/80; - Принтер HPLJ1160. - меловая доска - 1шт. <p>Учебная мебель:</p> <ul style="list-style-type: none"> - комплект мебели (посадочных мест) - 20шт.; - комплект мебели (посадочных мест) для преподавателя - 1шт. 	Зачёт

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В процессе формирования конспекта лекций, обучающийся должен кратко, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Самостоятельно осуществлять проверку 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, лабораторном или практическом занятии. При подготовке к практическим занятиям обучающийся должен осуществлять работу с конспектом лекций (обобщение, систематизация, углубление и конкретизация полученных теоретических знаний), выработка способности и готовности их использования на практике. В процессе практических занятий у обучающегося формируется интеллектуальное умение,

готовность к ответам на контрольные и дополнительные вопросы, навык работы с основной и дополнительной литературой, необходимой для освоения дисциплины и осуществляется выполнение заданий, решение задач, активное участие в интерактивной, активной, инновационной формах обучения, составление письменных отчетов.

Практические занятия реализуются в форме практической подготовки при освоении образовательной программы в условиях выполнения обучающимися определенных видов заданий, связанных с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по профилю образовательной программы.

Проработка основной и дополнительной литературы, терминов, сведений, требующихся для запоминания и являющихся основополагающими в теме/разделе. Конспектирование прочитанных литературных источников. Проработка материалов по изучаемому вопросу, с использованием рекомендуемых ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет». Выполнение заданий преподавателя, необходимых для подготовки к участию в интерактивной, активной, инновационных формах обучения по изучаемой теме.

При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, использовать рекомендуемые ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».