

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

Образовательно-научный институт транспортных систем (ИТС)

(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)

«УТВЕРЖДАЮ»
Директор ИТС

_____ Тумасов А.В.
(подпись) *(ФИО)*
«20» июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ОД.4 «Механика контактного взаимодействия и разрушения»

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки магистров

Направление подготовки : 15.04.03 «Прикладная механика»

(код и направление подготовки, специальности)

Направленность: Динамика и прочность машин

(наименование профиля, программы магистратуры, специализации)

Форма обучения: очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Год начала подготовки: 2023

Выпускающая кафедра: АГДПМиСМ

(аббревиатура кафедры)

Кафедра-разработчик: АГДПМиСМ

(аббревиатура кафедры)

Объем дисциплины: 180/5

(часов/з.е.)

Промежуточная аттестация: экзамен

(экзамен, зачет с оценкой, зачет)

Разработчик (и): Горбиков Евгений Николаевич, к.т.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

НИЖНИЙ НОВГОРОД 2023 год

Рецензент: Родюшкин В.М., д.т.н.,

зав. лабораторией волновой динамики,
экспериментальной механики и
виброзащиты машин ИПМ РАН —
филиала ФГБНУ «ФИЦ ИПФ РАН».

(подпись)

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 15.04.03 «Прикладная механика», утвержденным приказом МИНОБР-НАУКИ РОССИИ от 09.08.2021 № 731 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ протокол от 18.05.2023 № 21

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры АГДПМиСМ
протокол от 24.03.2023 №6

Зав. кафедрой к.т.н., доц. Кикеев В.А. _____

(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом ИТС
протокол от 20.06.2023 №9

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № _____

Начальник методического отдела УМУ _____ Булгакова Н.Р.

(подпись)

Заведующая отделом комплектования НТБ _____ Н.И. Кабанина

(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	4
4. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП ВО	6
5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	7
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	12
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	16
8. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	17
9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	18
10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	19
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	20
12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	21

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Целями освоения дисциплины являются:

- изучение науки о трении и износе, расчёте фактических площадей касания при различных видах контактных деформаций и усталостном характере разрушения поверхностей;
- получение студентами навыков решения контактных задач.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

- создание основ теоретической подготовки в области исследования процессов контактирования поверхностей деталей, изучения видов трения в узлах машин и механизмов;
- ознакомление с конструктивными методами повышения долговечности и надёжности работы трущихся деталей;
- формирование знаний по физическим основам и механике процессов, протекающих при трении и изнашивании.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина (модуль) Б1.В.ОД.4 «Механика контактного взаимодействия и разрушения» включена в обязательный перечень дисциплин вариативной части образовательной программы. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по направлению подготовки 15.04.03.

Дисциплина «Механика контактного взаимодействия и разрушения» базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных студентами в ходе изучения дисциплин в области высшей математики, механики материалов и численных методов.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья РПД разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Этапы формирования компетенций

В результате освоения дисциплины «Механика контактного взаимодействия и разрушения» у обучающегося частично формируется компетенция ПК-2, полное формирование которой последовательно осуществляется при изучении других дисциплин и в процессе практической подготовки (таблица 1).

Таблица 1 - Формирование компетенции ПК-2 дисциплинами

Код компетенции	Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования компетенций дисциплинами и практиками			
		1	2	3	4
ПК-2	Техническая диагностика		✓		
	Основы вибродиагностики машин и конструкций			✓	
	Волновые процессы в сплошных средах	✓	✓		
	Механика композиционных материалов		✓		

Код компетенции	Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования компетенций дисциплинами и практиками			
		1	2	3	4
ПК-2	Механика контактного взаимодействия и разрушения			✓	
	Ознакомительная практика		✓		
	Научно-исследовательская работа	✓	✓	✓	
	Научно-исследовательская работа				✓
	Преддипломная практика				✓
	Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита ВКР				✓

4. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП ВО

Освоение дисциплины причастно к ТФ В/02.6 «Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований» (ПС 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам»).

Трудовые действия:

- проведение анализа научных данных, результатов экспериментов и наблюдений.

Необходимые умения:

- оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

Необходимые знания:

- методы анализа научных данных;

- методы и средства планирования и организации исследований и разработок.

Таблица 2 - Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (дескрипторы)			Оценочные материалы (ОМ)	
					текущего контроля	промежуточной аттестации
ПК-2 Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	ИПК-2.4 Анализирует научно-техническую информацию и результаты исследований в области механики контактного взаимодействия и разрушения	Знать основы механики контактного взаимодействия и разрушения	Уметь проводить анализ результатов исследований в области механики контактного взаимодействия и разрушения	Владеть методами оценки результатов исследований	Вопросы для выборочного устного опроса. Контрольные вопросы для защиты РГР.	Вопросы к экзамену

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 з.е. или 180 академических часов. Распределение часов по видам работ по семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3 - Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в часах	
	Всего часов	В том числе по семестрам
		3
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	180	180
1. Контактная работа:	75	75
1.1.Аудиторная работа, в том числе:	68	68
занятия лекционного типа (Л)	34	34
практические занятия (ПЗ)	34	34
лабораторные работы (ЛР)	—	—
1.2.Внеаудиторная, в том числе:	7	7
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	—	—
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	4
контактная работа на промежуточной аттестации (КРА)	3	3
2. Самостоятельная работа (СРС)	60	60
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)	17	17
контрольная работа (К)	—	—
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)	—	—
самостоятельная проработка лекционного материала, материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим и лабораторным занятиям.	43	43
подготовка к экзамену	45	45

5.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 - Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролиру- емые) резуль- таты освоения и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов и тем	Виды учебной работы, ч				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
3 семестр									
ПК-2 ИПК-2.4	Раздел 1. Введение								
	Тема 1.1. Предмет и задачи дис- циплины	1			0,5	Подготовка к лекции: п 1.1 - 1.4 табл. 8 РПД	Лекция		
	Тема 1.2. Отличие контактных за- дач от других задач механики твердого тела					Подготовка к лекции: п 1.1 - 1.4 табл. 8 РПД	Лекция		
	Тема 1.3. Современное состояние науки о контактном взаимодей- ствии твердых тел					Подготовка к лекции: п 1.2; 1.3 табл. 8 РПД	Лекция		
	Самостоятельная работа по освоению 1 раздела	0,5			0,5				
	Итого по 1 разделу	1			0,5				
	Раздел 2. Основные сведения о контактировании								
	Тема 2.1. Основные понятия, тер- мины и определения	1			0,5	Подготовка к лекции: п 1.2; 1.3; 2.1 табл. 8 РПД	Лекция		
	Тема 2.2. Структура и физико- механические свойства поверх- ностного слоя трущихся деталей	1			0,5	Подготовка к лекции: п 1.2; 1.3; 2.1 табл. 8 РПД	Лекция		
	Тема 2.3. Макро и микрогеомет- рия поверхности детали	1			0,5	Подготовка к лекции: п 1.1; 1.3; 2.1 табл. 8 РПД	Лекция		

Тема 2.4. Площади контакта шероховатых поверхностей и контактные давления	1			0,5	Подготовка к лекции: п 1.1; 1.3 табл. 8 РПД	Лекция		
Тема 2.5. Расчёт площади контакта и контактного давления при упругом контакте	2			1	Подготовка к лекции: п 1.1; 1.3; 2.1 табл. 8 РПД	Лекция		
Тема 2.6. Методика расчёта допускаемых напряжений	1			0,5	Подготовка к лекции: п 1.1; 1.3; 2.1 табл. 8 РПД	Лекция		
Практическое занятие №1. Определение шероховатости поверхности детали			2	1	Подготовка к ПЗ: п 1.1 - 1.3; 2.2 табл. 8 РПД	Практическое занятие		
Практическое занятие №2. Расчет площади контакта шероховатых поверхностей и контактного давления			2	1	Подготовка к ПЗ: п 1.1 - 1.3; 2.2 табл. 8 РПД	Практическое занятие		
Самостоятельная работа по освоению 2 раздела	3,5		2	5,5				
Итого по 2 разделу	7		4	5,5				
Раздел 3. Задачи контактного взаимодействия твёрдых деформируемых тел								
Тема 3.1. Сосредоточенная вертикальная сила, действующая на граничную плоскость упругого полупространства	2			1	Подготовка к лекции: п 1.1; 1.3 табл. 8 РПД	Лекция		
Тема 3.2. Равномерная загрузка упругого полупространства по площади круга	2			1	Подготовка к лекции: п 1.1; 1.3 табл. 8 РПД	Лекция		
Тема 3.3. Загрузка упругого полупространства по «полушару»	2			1	Подготовка к лекции: п 1.1; 1.3 табл. 8 РПД	Лекция		
Тема 3.4. Вдавливание абсолютно жесткого шара в упругое полупространство	1			1	Подготовка к лекции: п 1.1; 1.3 табл. 8 РПД	Лекция		
Тема 3.5. Контактное взаимодействие тел сферической формы	1			1	Подготовка к лекции: п 1.1 - 1.4 табл. 8 РПД	Лекция		
Тема 3.6. Контактное взаимодействие тел цилиндрической формы	2			1	Подготовка к лекции: п 1.1 - 1.4 табл. 8 РПД	Лекция		

Практическое занятие №1 - №6. Исследование напряженно-деформированного состояния при контактном взаимодействии твердых деформируемых тел			12	8	Подготовка к ПЗ: п 1.4 табл. 9 РПД	Практическое занятие		
Самостоятельная работа по освоению 3 раздела	6		8	14				
Итого по 3 разделу	7		12	14				
Раздел 4. Природа и виды внешнего трения								
Тема 4.1. Виды внешнего трения	1			0,5	Подготовка к лекции: п 1.1 - 1.4 табл. 8 РПД	Лекция		
Тема 4.2. Основные закономерности сухого трения скольжения	3			2	Подготовка к лекции: п 1.1 - 1.4 табл. 8 РПД	Лекция		
Тема 4.3. Жидкостное трение трущихся поверхностей	2			1	Подготовка к лекции: п 1.1 - 1.4 табл. 8 РПД	Лекция		
Тема 4.4. Трение качения	2			1	Подготовка к лекции: п 1.1 - 1.4 табл. 8 РПД	Лекция		
Тема 4.5. Роль температуры при трении	1			0,5	Подготовка к лекции: п 1.1 - 1.4 табл. 8 РПД	Лекция		
Практическое занятие №7 - №11 Определение силы и коэффициента трения в подвижных соединениях трения			10	7	Подготовка к ПЗ: п 1.1 - 1.3; 2.2 табл. 8 РПД	Практическое занятие		
Самостоятельная работа по освоению 4 раздела	5		7	12				
Итого по 4 разделу	9		10	12				
Раздел 5. Изнашивание материалов деталей машин								
Тема 5.1. Характеристики изнашивания	1			0,5	Подготовка к лекции: п 1.1 - 1.4 табл. 8 РПД	Лекция		
Тема 5.2. Кинетика изнашивания	1			0,5	Подготовка к лекции: п 1.1 - 1.4 табл. 8 РПД	Лекция		
Тема 5.3. Виды контактного взаимодействия деталей в узлах трения	1			0,5	Подготовка к лекции: п 1.1 - 1.4 табл. 8 РПД	Лекция		
Тема 5.4. Классификация видов изнашивания	0,5			0,25	Подготовка к лекции: п 1.1 - 1.4 табл. 8 РПД	Лекция		

	Тема 5.5. Абразивное изнашивание и его виды	1			0,5	Подготовка к лекции: п 1.1 - 1.4 табл. 8 РПД	Лекция		
	Тема 5.6. Усталостное изнашивание	1			0,5	Подготовка к лекции: п 1.1 - 1.4 табл. 8 РПД	Лекция		
	Тема 5.7. Кавитационное изнашивание	1			0,5	Подготовка к лекции: п 1.1 - 1.4 табл. 8 РПД	Лекция		
	Тема 5.8. Адгезионное изнашивание	1			0,5	Подготовка к лекции: п 1.1 - 1.4 табл. 8 РПД	Лекция		
	Тема 5.9. Эрозионное изнашивание	0,5			0,25	Подготовка к лекции: п 1.1 - 1.4 табл. 8 РПД	Лекция		
	Тема 5.10. Окислительное изнашивание	0,5			0,25	Подготовка к лекции: п 1.1 - 1.4 табл. 8 РПД	Лекция		
	Тема 5.11. Водородное изнашивание	0,5			0,25	Подготовка к лекции: п 1.1 - 1.4 табл. 8 РПД	Лекция		
	Тема 5.12. Изнашивание при фреттинг-коррозии	0,5			0,25	Подготовка к лекции: п 1.1 - 1.4 табл. 8 РПД	Лекция		
	Тема 5.13. Электроэрозионное изнашивание	0,5			0,25	Подготовка к лекции: п 1.1 - 1.4 табл. 8 РПД	Лекция		
	Практическое занятие №12 - №15 Определение характеристик изнашивания в подвижных соединениях трения			8	6	Подготовка к ПЗ: п 1.1 - 1.3; 2.2 табл. 8 РПД	Практическое занятие		
	Самостоятельная работа по освоению 5 раздела	5		6	11				
	Итого по 5 разделу	10		8	11				
	Расчетно-графическая работа (РГР)				17	Подготовка к РГР: п. 1.2; 1.3; 2.2 табл. 8 РПД			
	ИТОГО ЗА 3 СЕМЕСТР	34		34	60				
	ИТОГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ	34		34	60				

6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Таблица 5 – Перечень контрольных заданий для расчетно-графической работы

№ п.п.	Название контрольных заданий
1	Расчет относительных контурных площадей контакта в зависимости от номинальной нагрузки, изменяющейся от нулевого до конечного значений для двух различных материалов
2	Определение относительных контурных нагрузок, возникающих в применяемых материалах от изменяющейся в заданном диапазоне номинальной нагрузки
3	Расчет наименьшего и наибольшего значений номинальной нагрузки, а также соответствующих им площадей контакта при заданной силе давления
4	Определение наименьшего и наибольшего коэффициентов запаса прочности для применяемых материалов

Таблица 6 – Перечень контрольных вопросов для проведения промежуточной аттестации (экзамен) по итогам освоения дисциплины

№ п.п.	Контрольные вопросы к экзамену
1	Структура поверхностного слоя материала
2	Последовательность процесса усталостного поверхностного разрушения
3	Виды отклонения форм цилиндрических поверхностей
4	Макро и микрогеометрия поверхностного слоя шероховатых поверхностей
5	Закон распределения материала по глубине шероховатого слоя на выбранной базовой длине. Опорная кривая
6	Три площади контакта шероховатых поверхностей
7	Три вида контактных давлений
8	Формула расчёта фактической площади контакта шероховатой поверхности с гладкой плоскостью при пластической деформации неровностей
9	Формула расчёта фактической площади контакта шероховатой поверхности с гладкой плоскостью при упругой деформации неровностей
10	Молекулярная (адгезионная) составляющая сухого трения скольжения
11	Деформационная (механическая) составляющая сухого трения скольжения
12	Графическая зависимость коэффициента трения скольжения f и его составляющих (молекулярной и деформационной) от нагрузки (фактического давления p_r (F_n)) при упругом контакте
13	Понятие насыщенного и ненасыщенного контактов шероховатых поверхностей
14	Инженерная формула расчёта коэффициента трения деталей, работающих в условиях пластического ненасыщенного контакта
15	Инженерная формула расчёта коэффициента трения деталей, работающих в условиях пластического насыщенного контакта
16	Виды внешнего трения
17	Трение при граничной смазке. Эффект Ребиндера
18	Жидкостное трение. Уравнение Ньютона
19	Трение качения
20	Роль температуры при трении
21	Характеристики изнашивания

22	Кинетика изнашивания
23	Виды контактного взаимодействия деталей в трибосопряжениях
24	Классификация видов изнашивания
25	Абразивное изнашивание и его виды
26	Усталостное изнашивание
27	Кавитационное изнашивание
28	Адгезионное изнашивание
29	Эрозионное и окислительное изнашивание
30	Изнашивание при фреттинг-коррозии. Водородное изнашивание
31	Электроэрозионное изнашивание
32	Сосредоточенная сила, действующая на плоскость (задача Буссинеска)
33	Равномерная загрузка упругого полупространства по площади круга
34	Загрузка на площади круга по «полушару»
35	Вдавливание абсолютно жёсткого шара в упругое полупространство
36	Контактное взаимодействие тел сферической формы
37	Контактное взаимодействие цилиндров с параллельными осями

6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Таблица 7 - Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно»	Оценка «хорошо»	Оценка «отлично»
ПК-2 Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	ИПК-2.4 Анализирует научно-техническую информацию и результаты исследований в области механики контактного взаимодействия и разрушения	Демонстрирует низкий уровень знаний всего теоретического материала. Не способен применять теоретические знания при решении практических задач, испытывает большие затруднения при их выполнении, допускает много ошибок и не умеет их исправлять.	Имеет фрагментарные, поверхностные знания лекционного курса. Способен применять теоретические знания основного материала при решении практических задач, но плохо владеет навыками и приемами их решения, допускает ошибки и не умеет их исправлять.	Способен логично мыслить и системно излагать теоретический материал. Демонстрирует хороший уровень понимания рассматриваемых вопросов. Способен применять теоретические знания при решении практических задач, владеет необходимыми навыками и приемами их решения. Допускает единичные несущественные ошибки и умеет их исправлять.	Имеет глубокие знания всего материала дисциплины. Демонстрирует высокий уровень понимания рассматриваемых вопросов. Способен самостоятельно и без ошибок применять теоретические знания при решении практических задач, владеет необходимыми навыками и приемами их решения.

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	Студент заслуживает оценку «отлично», если теоретический материал курса усвоен полностью. Владеет необходимыми навыками выполнения учебных заданий. Предусмотренные РПД задания выполнены в соответствии с установленными требованиями и оценены максимальным числом баллов. Практические навыки профессионального применения усвоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	Студент заслуживает оценку «хорошо», если теоретический материал курса усвоен полностью. Владеет необходимыми навыками выполнения учебных заданий. Предусмотренные РПД задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, но не оценены максимальным числом баллов. Практические навыки профессионального применения усвоенных знаний в основном сформированы.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	Студент заслуживает оценку «удовлетворительно», если теоретический материал курса усвоен не в полном объеме. Не демонстрирует необходимых знаний программного материала, испытывает затруднения и допускает отдельные ошибки при выполнении учебных заданий. Предусмотренные РПД задания или не выполнены или оценены числом баллов, близким к минимальному. Некоторые практические навыки профессионального применения усвоенных знаний не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	Студент заслуживает оценку «неудовлетворительно», если теоретический материал курса не усвоен. Не демонстрирует необходимых знаний программного материала, испытывает большие затруднения и допускает много ошибок при выполнении учебных заданий. Предусмотренные РПД задания или не выполнены, или оценены числом баллов ниже трех по оценочной шкале. Практические навыки профессионального применения усвоенных знаний не сформированы.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

Таблица 8 – Список учебной литературы, печатных изданий библиотечного фонда

№ п.п.	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1.1	Гаркунов, Д.Н. Триботехника: учебник для вузов / Д.Н. Гаркунов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1989. - 328 с.	7
1.2	Колесников Ю.В. Механика контактного разрушения / Ю. В. Колесников, Е. М. Морозов. - 3-е изд. - М.: URSS, 2010. - 222 с.	5
1.3	Пенкин Н.С. Основы трибологии и триботехники: учеб. пособие/Н.С. Пенкин, А.Н. Пенкин, В.М. Сербин. – М.: Машиностроение, 2011. – 208 с.	21
1.4	Селиванов, В.В. Механика разрушения деформируемого тела: учебник / В. В. Селиванов; МГТУ им. Н.Э. Баумана. - 2-е изд., испр. - М: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. - 424 с.	5
2. Дополнительная литература		
2.1	Гаркунов, Д.Н. Триботехника: учеб. пособие / Д. Н. Гаркунов, Э. Л. Мельников, В. С. Гаврилюк. - 2-е изд., стер. - М.: КНОРУС, 2017. - 408 с.	1
2.2	Крагельский, И.В. Основы расчётов на трение и износ / И.В. Крагельский, М.Н. Добычин, В.С. Комбалов. - М. : Машиностроение, 1977. - 526 с.	10
2.3	Мышкин, Н.К. Трение, смазка, износ. Физические основы и технические приложения трибологии / Н. К. Мышкин, М. И. Петроковец. - М.: Физматлит, 2007. – 368 с.	1

7.2. Справочно-библиографическая и научная литература

Таблица 9 – Список справочно-библиографической и научной литературы

№ п.п.	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1	Дроздов, Ю.Н. Прикладная трибология (трение, износ, смазка в технических системах) / Ю.Н. Дроздов, Е.Г. Юдин, А.И. Белов; Под общ. ред. Ю.Н. Дроздова. - М.: Эко-Пресс, 2010. - 604 с.	1
2	Крагельский, И.В. Узлы трения машин: справочник / И.В. Крагельский, Н.М. Михин. - М.: Машиностроение, 1984. - 280 с.	9
3	Комбалов В.С. Методы и средства испытаний на трение и износ конструкционных и смазочных материалов: справочник / В.С. Комбалов; Под ред.К.В.Фролова, Е.А.Марченко. - М.: Машиностроение, 2008. - 384 с.	8

7.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

В помощь участникам образовательного процесса (преподавателям и студентам) в НГТУ разработаны следующие учебно-методические документы:

1) Е.Г. Ивашкин, Жукова Л.П. Организация аудиторной работы в образовательных организациях высшего образования: Учебное пособие / Е.Г. Ивашкин, Л.П. Жукова; НГТУ. – Нижний Новгород, 2014. – 80 с. (в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ» на сайте учебно-методического управления);

2) Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г. Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения: Учебное пособие / Т.И. Ермакова, Е.Г. Ивашкин; НГТУ. – Нижний Новгород, 2013. – 158 с. (в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ» на сайте учебно-методического управления);

3) Жукова Л.П. Методические рекомендации по организации аудиторной работы / Утверждены УМС НГТУ 22.04.2013. - Нижний Новгород, 2013. – 63 с. (в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ» на странице «Учебно-методическое управление» сайта НГТУ);

4) Ермакова Т.И. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине / Утверждены УМС НГТУ 22.04.2013. - Нижний Новгород, 2013. – 35 с. (в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ» на странице «Учебно-методическое управление» сайта НГТУ).

Указанные материалы размещены в электронном виде на сайте учебно-методического управления в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ».

8. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина, относится к группе дисциплин, в рамках которых предполагается использование информационных технологий как вспомогательного инструмента для выполнения следующих задач:

- оформление расчетно-графических работ;
- демонстрация дидактических материалов с использованием мультимедийных технологий;
- использование электронной образовательной среды университета;
- организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты.

8.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Сайт научно-технической библиотеки (НТБ):

- главная страница НТБ: <https://www.nntu.ru/structure/view/podrazdeleniya/nauchno-tehnicheskaya-biblioteka/resursy>;
- электронная библиотека НГТУ: <https://library.nntu.ru/megapro/web>;
- библиотека электронных учебников: <http://fdp.nntu.ru/книжная-полка/>.

На странице «Ресурсы» сайта НТБ по соответствующим вкладкам возможен доступ к необходимым ресурсам на следующих страницах:

- «Электронная библиотека» по вкладке «Электронный каталог НГТУ»;
- «Книжная полка» по вкладке «Библиотека электронных учебников»;
- «Электронно-библиотечная система «Лань» по вкладке «ЭБС «Лань»;
- «ЭБС «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА»
- Студенческая электронная библиотека» по вкладке «ЭБС «Консультант студента»;
- «ЮРАЙТ» – образовательная платформа» по вкладке «ЭБС «Юрайт».

Кроме того, со страницы «Ресурсы» сайта НТБ возможен доступ к информационно-аналитическим платформам с информацией о ведущих международных научных публикациях Web of Science и Scopus, а также к реферативным журналам, выбранным из баз данных

Всероссийского института научной и технической информации Российской академии наук (ВИНИТИ РАН) и выписываемым НТБ.

С компьютеров сети НГТУ возможен доступ к базам данных, журналам и коллекциям электронных книг таких зарубежных издательств, как:

- платформа НЭИКОН, включающая 10 издательств;
- Elsevier (журналы Freedom Collection);
- Springer Nature (журналы и коллекции электронных книг);
- Wiley (полнотекстовая коллекция журналов);
- Questel (база данных патентного поиска Orbit Intelligence Premium).

В свободном доступе находятся:

- научная электронная библиотека ELIBRARY.RU: <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>;
- научная электронная библиотека «Кибер Ленинка»: <https://cyberleninka.ru/journal>;
- электронно-библиотечная система издательства «Наука»: <https://www.libnauka.ru/>;
- информационная система доступа к каталогам библиотек сферы образования и науки

ЭКБСОН: <http://www.vlibrary.ru/>.

8.2. Перечень программного обеспечения

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используется программное обеспечение, указанное в таблице 11 раздела 10 настоящей РПД.

9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 10 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/>.

Таблица 10 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№ п.п.	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

Адаптированные образовательные программы (АОП) в образовательной организации не реализуются в связи с отсутствием в контингенте обучающихся лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ), желающих обучаться по АОП. Согласно Федеральному Закону об образовании 273-ФЗ от 29.12.2012 г. ст. 79, п.8 "Профессиональное обучение и профессиональное образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья осуществляются на основе образовательных программ, адаптированных при необходимости для обучения указанных обучающихся". АОП разрабатывается по каждой направленности при наличии заявлений от обучающихся, являющихся инвалидами или лицами с ОВЗ и изъявивших желание об обучении по данному типу образовательных программ.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебный процесс по данной дисциплине обеспечен современным аудиторным и лабораторным фондом. В процессе проведения аудиторных и самостоятельных занятий преподаватели и студенты имеют возможность доступа к информационно-коммуникационной сети «Интернет», как на территории НГТУ, так и вне ее.

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине «Механика контактного взаимодействия и разрушения» могут быть использованы материально-техническая база и программное обеспечение, представленные в таблице 11.

Таблица 11 – Оснащенность аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы студентов по дисциплине

№ п.п.	Наименование аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий и помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Мультимедийная аудитория 603155, Нижегородская область, г. Нижний Новгород, ул. Минина, дом 24Б, корп. 2, ауд. 2102а	Посадочных мест – 25, 1. Аудиторная доска для мела. 2. Компьютеры DEPO Intel Core2 Duo CPU E4600 2.4 GHz, 3 GB RAM (12 шт.) в составе локальной вычислительной сети университета. 3. Испытательная машина М50-У. 4. Портативный мультимедийный проектор и экран.	Windows XP (Лицензия MSDN Academic Alliance (MSDNAA), договор №Tr021888 от 18.06.2008), Microsoft Office Professional 2003 (лицензия № 61410938), MSC. Patran 2012, MSC.Nastran 2012, MSC.Adams 2012 (договор 28-13/13-215 от 17.06.2013 г.)
2	Компьютерный класс 603155, Нижегородская область, г. Нижний Новгород, ул. Минина, дом 28Л, корп. 5, ауд. 5125	Посадочных мест – 24; 1. Доска меловая; 2. Мультимедийный проектор BENO MP776/MP777 Digital Projector; 3. Компьютер PC Intel Core7-3820/8 Gb RAM/NVIDIA GeForce GTX 560/HDD 500 с Web-камерой; 4. Персональные компьютеры Intel Core7-3820/8 Gb RAM/NVIDIA GeForce GTX 560/HDD 500 с подключением к интернету - 12 шт.	Windows 10 Pro для учебных заведений (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); Microsoft Office Professional Plus 2010 (лицензия № 49487732) Dr.Web (с/н GMN9-DSLH-G4U1-LW6H от 11.05.2023)

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС).

Основными элементами структуры аудиторной работы по дисциплине являются:

- виды аудиторной работы;
- формы аудиторной работы, включающие формы ее выполнения, формы представления ее результатов и формы контроля уровня освоения компетенции ПК-2.

Основными видами аудиторной работы студентов по данной дисциплине являются:

- работа на лекциях;
- выполнение практических заданий.

Формами выполнения видов аудиторной работы являются:

- лекции;
- практические занятия;
- консультации.

Результаты аудиторной работы представляются в следующих основных формах:

- конспекты лекций;
- рабочие материалы практических занятий.

Уровень развития компетенции ПК-2 в результате выполнения определенных видов работы оценивается:

- на контрольном опросе по пройденному материалу (знать);
- по результатам выполнения заданий на практических занятиях (уметь, владеть);
- по результатам выполнения РГР.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих образовательных технологий:

- на лекционных занятиях - лекции;
- на практических занятиях - индивидуальный опрос по теме, выполнение практического задания;
- выполнение и защита РГР.

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлена оценка по промежуточной аттестации в соответствии с набранными за семестр баллами по шкале оценки результатов освоения дисциплины.

11.2. Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала.

Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям, лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

11.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

Выполнение лабораторных работ учебным планом не предусмотрено.

11.4. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях

Практические занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения практических занятий является рассмотрение наиболее сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров в аудитории.

Практические занятия обеспечивают:

- выработку умений систематизировать, закреплять и углублять знания теоретического характера, полученные на лекциях;
- получение навыков решения практических задач, выполнения расчетов, РГР и других видов заданий;
- навыки работы с информацией, книгой, схемами, пользоваться справочной и научной литературой;
- формирование умений учиться самостоятельно, т.е. овладевать методами, способами и приемами самообучения, саморазвития и самоконтроля.

11.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям, мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях, в качестве выполненных РГР и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в разделе 7.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в таблице 11). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

11.6. Методические указания для выполнения РГР

Расчетно-графическая работа выполняется в соответствии с установленным графиком. Её целью являются систематизация и закрепление теоретических знаний, развитие практических навыков по решению прикладных задач, выработка умения анализировать полученные результаты решения и формулировать выводы на основе проведенного анализа.

Выполнение РГР включает следующие основные этапы: изучение теоретического материала, изложенного на лекциях; проработка задач, рассмотренных на практических занятиях; выполнение необходимых расчетов и анализ полученных результатов; написание выводов; оформление работы в соответствии с требованиями.

После оформления работы в соответствии с требованиями студент защищает работу.

В процессе выполнения РГР допускаются консультации у преподавателя на практических занятиях.

Выполнение основных этапов контролируется преподавателем и учитывается при проведении промежуточных аттестаций по дисциплине и при оценке РГР.

11.7. Методические указания для выполнения курсового проекта / работы

Выполнение курсовой работы учебным планом не предусмотрено.

12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Оценочные средства для контроля освоения дисциплины приведены в разделе 6 РПД. Перечень вопросов для подготовки к экзамену приведен в таблице 6 РПД.

РЕЦЕНЗИЯ
на рабочую программу дисциплины «МЕХАНИКА КОНТАКТНОГО
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ И РАЗРУШЕНИЯ»
ОП ВО по направлению 15.04.03 «Прикладная механика», направленность «Динамика
и прочность машин»
(квалификация выпускника – магистр)

Родюшкиным Владимиром Митрофановичем, д.т.н., зав. лабораторией волновой динамики, экспериментальной механики и виброзащиты машин ИПМ РАН – филиала ФГБНУ «ФИЦ ИПФ РАН» (далее по тексту рецензент) проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Механика контактного взаимодействия и разрушения» ОП ВО по направлению 15.04.03 «Прикладная механика», направленность «Динамика и прочность машин» (квалификация выпускника – магистр), разработанной в ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева», на кафедре «Аэрогидродинамика, прочность машин и сопротивление материалов» (разработчик – Горбиков Е.Н., доцент, к.т.н.).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам.

Программа соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 15.04.03 «Прикладная механика». Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам. Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к вариативной части учебного цикла – Б1.

Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 15.04.03 «Прикладная механика».

В соответствии с Программой за дисциплиной «Механика контактного взаимодействия и разрушения» закреплена одна **компетенция**. Дисциплина и представленная Программа способны реализовать её в объявленных требованиях.

Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть, соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

Общая трудоёмкость дисциплины «Механика контактного взаимодействия и разрушения» составляет 5 зачётных единиц (180 часов). Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Механика контактного взаимодействия и разрушения» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 15.04.03 «Прикладная механика» и возможность дублирования в содержании отсутствует.

Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемых при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

Программа дисциплины «Механика контактного взаимодействия и разрушения» не предполагает занятий в интерактивной форме.

Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 15.04.03 «Прикладная механика».

Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (устный опрос в форме обсуждения отдельных вопросов, работа над домашним заданием при выполнении расчетно-графической работы и аудиторных заданий), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины вариативной части учебного цикла – Б1 ФГОС ВО направления 15.04.03 «Прикладная механика».

Нормы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 4 источника (базовый учебник), дополнительной литературой – 3 наименования, справочно-библиографической литературой – 3 источника, необходимыми Интернет-ресурсами и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 15.04.03 «Прикладная механика».

Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Механика контактного взаимодействия и разрушения» и обеспечивает использование современных образовательных методов обучения.

Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Механика контактного взаимодействия и разрушения».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Механика контактного взаимодействия и разрушения» ОПОП ВО по направлению 15.04.03 «Прикладная механика», направленность «Динамика и прочность машин» (квалификация выпускника – магистр), разработанная Горбиковым Е.Н., доцентом, к.т.н., соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент:

Родюшкин Владимир Митрофанович, д.т.н., зав. лабораторией волновой динамики, экспериментальной механики и виброзащиты машин ИПМ РАН – филиала ФГБНУ «ФИЦ ИПФ РАН».

(подпись)

«_____» _____ 2021 г.