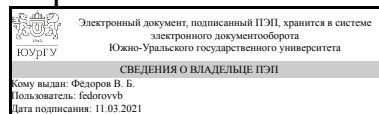


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Декан факультета  
Аэрокосмический



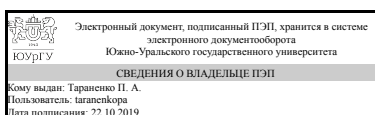
В. Б. Фёдоров

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины В.1.13 Экспериментальная механика  
для направления 15.03.03 Прикладная механика  
уровень бакалавр тип программы Академический бакалавриат  
профиль подготовки Прикладная механика, динамика и прочность машин  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Техническая механика**

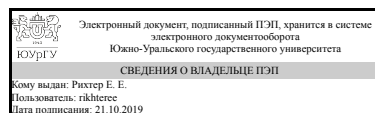
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.03 Прикладная механика, утверждённым приказом Минобрнауки от 12.03.2015 № 220

Зав.кафедрой разработчика,  
к.техн.н., доц.



П. А. Тараненко

Разработчик программы,  
к.техн.н., доц., доцент



Е. Е. Рихтер

## 1. Цели и задачи дисциплины

Основная цель изучения дисциплины заключается в усвоении выпускниками теоретических знаний и выработке практических навыков в области экспериментальных исследований прочности и нагруженности объектов с использованием современных методов измерения неэлектрических величин электрическими и оптико-геометрическими методами. Задачи: - знать существующие методы экспериментальных исследований для регистрации НДС, силовых и кинематических параметров машин и механизмов - уметь использовать современные средства экспериментальных измерений для регистрации НДС, силовых, кинематических параметров машин и механизмов - технологиями установки и использования измерительных устройств и аппаратуры для регистрации НДС, силовых, кинематических параметров машин и механизмов.

## Краткое содержание дисциплины

Экспериментальная механика включает разделы: - общая классификация измерительных преобразователей, понятие о параметрических и генераторных преобразователях, структурные схемы измерения; - основные типы измерительных преобразователей: тензорезисторные, потенциометрические, электромагнитные, фотоэлектрические, гальваноманометрические и другие виды; физические принципы их работы, основные типы метрологических характеристик, достоинства и недостатки различных видов измерительных преобразователей; - область применения измерительных преобразователей, возможности их использования для исследования нагруженности, напряженно—деформированного состояния узлов и деталей, а также для изучения силовых и кинематических параметров машин;

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ПК-9 готовностью использовать наукоемкое экспериментальное оборудование для проведения механических испытаний	Знать: Фирмы изготовители, основные марки экспериментального оборудования, их характеристики, достоинства и недостатки.
	Уметь: Применять современное экспериментальное оборудование при решении задач прикладной механики.
	Владеть: Навыками работы с современными измерительно-вычислительными комплексами.
ПК-2 способностью применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности	Знать: Существующие методы экспериментальных исследований для регистрации НДС, силовых и кинематических параметров машин и механизмов
	Уметь: Использовать современные средства экспериментальных измерений для регистрации НДС, силовых, кинематических параметров машин и механизмов
	Владеть: Технологиями установки и использования измерительных устройств и аппаратуры для регистрации НДС, силовых,

	кинематических параметров машин и механизмов.
ПК-8 готовностью выполнять расчетно-экспериментальные работы в области прикладной механики с использованием современных вычислительных методов, высокопроизводительных вычислительных систем и наукоемких компьютерных технологий, широко распространенных в промышленности систем мирового уровня	Знать: Современные подходы к решению задач экспериментальной механики в области оценки напряженно-деформированного состояния и нагруженности элементов конструкций.
	Уметь: Разрабатывать методику проведения экспериментальных исследований на базе современных средств регистрации и обработки данных.
	Владеть: Навыками выполнения расчетно-экспериментальных работ с использованием современного лабораторного оборудования.

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
ДВ.1.03.01 Кинематика и динамика твердых тел, Б.1.07 Информатика и программирование, В.1.12 Метрология, стандартизация и сертификация, Б.1.13 Сопротивление материалов, Б.1.20 Электротехника и электроника	ДВ.1.06.02 Динамические испытания, ДВ.1.05.01 Устойчивость механических систем, ДВ.1.07.02 Экспериментальные методы исследования динамики и прочности конструкций, ДВ.1.07.01 Виброметрия и вибродиагностика

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
В.1.12 Метрология, стандартизация и сертификация	представление о методах сертификации и стандартизации, оценка погрешности измерений, метрологические характеристики приборов и устройств
Б.1.07 Информатика и программирование	использование стандартных пакетов ПП для обработки экспериментальной информации и представление результатов исследований
ДВ.1.03.01 Кинематика и динамика твердых тел	законы движения и динамические нагрузки при колебаниях, системы с сосредоточенными и распределенными параметрами
Б.1.13 Сопротивление материалов	Методы расчета упругих элементов на прочность и на жесткость
Б.1.20 Электротехника и электроника	Расчет электрических цепей при слабotoчном воздействии, мост Уитстона

### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
--------------------	-------------	------------------------------------

		Номер семестра
		5
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия:	48	48
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
Самостоятельная работа (СРС)	60	60
Подготовка реферата.	25	25
Обработка результатов и оформление отчетов по лабораторным работам	20	20
Подготовка к зачету.	15	15
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет

## 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение. Место и задачи экспериментальных исследований в комплексе научно-исследовательских работ. Основные сведения об электромеханических измерениях, понятия и определения. Статические характеристики измерительных преобразователей. Функция преобразования. Погрешности измерения при статических измерениях, их классификация.	6	2	2	2
2	Основы тензотензометрии. Тензорезисторные преобразователи. Основные типы тензорезисторов: проволочные, фольговые и полупроводниковые. Основные метрологические характеристики тензорезисторов. Способы изготовления, технология наклейки, монтаж одиночных датчиков и розеток. Метрологические характеристики тензорезисторов. Способы их определения. Измерительные схемы с тензорезисторами. Потенциометрическая, мостовая и полумостовая схемы подключения датчиков. Выбор тензорезисторов в зависимости от задач и условий измерения. Использование тензорезисторов для исследования напряженно-деформированного состояния конструкций. Методы разделения деформаций. Измерение сил, давлений и крутящих моментов с использованием тензорезисторов. Определение кинематических параметров узлов и деталей с использованием тензорезисторов. Специальные виды тензорезисторов.	24	8	8	8
3	Электромагнитные преобразователи. Индуктивные, трансформаторные, индукционные и магнитоупругие. Используемый физический принцип, материалы, характеристика и конструкция. Электростатические преобразователи. Принцип действия. Физические основы работы. Типы емкостных преобразователей. Измерительные схемы, их особенности; мостовая и контурная схемы.	6	2	2	2
4	Пьезоэлектрические преобразователи. Пьезоэффект: прямой и обратный; материалы используемые в пьезоэлектрических преобразователях, их свойства. Пьезорезонансные преобразователи: особенности применения, достоинства и недостатки. Конструктивные особенности пьезопреобразователей. Фотоэлектрические	6	2	2	2

	преобразователи. Физические принципы работы, классификация по типу фотоэффекта. Основные характеристики. Внешний и внутренний фотоэффект. Особенности конструкции.				
5	Измерение температуры. Общие сведения. Понятие о термодинамической шкале; термометры механической группы. Термоэлектрический метод измерения; общие сведения, требования к термоэлектрическим материалам, технология изготовления термопар, электрические схемы соединения термопар; примеры термометрирования деталей и узлов машин. Термометры сопротивления. принцип действия, диапазон измерений, точность.	6	2	2	2

## 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение. Электрические измерения неэлектрических величин. Общие положения. Основные понятия измерительной техники. Метрология и стандартизация. Виды и методы измерений. Измерительные преобразователи и структурные схемы измерений.	2
2	2	Основы электротензометрии. Тензорезисторные преобразователи. Основные типы тензорезисторов: проволочные, фольговые и полупроводниковые.	2
3	2	Основные метрологические характеристики тензорезисторов. Способы изготовления, технология наклейки, монтаж одиночных датчиков и розеток.	2
4	2	Измерительные схемы с тензорезисторами. Потенциометрическая, мостовая и полумостовая схемы подключения датчиков. Выбор тензорезисторов в зависимости от задач и условий измерения. Использование тензорезисторов для исследования напряженно-деформированного состояния конструкций. Методы разделения деформаций.	2
5	2	Измерение сил, давлений и крутящих моментов с использованием тензорезисторов. Определение кинематических параметров узлов и деталей с использованием тензорезисторов. Специальные виды тензорезисторов.	2
6	3	Электромагнитные преобразователи. Индуктивные, трансформаторные, индукционные и магнитоупругие. Используемый физический принцип, материалы, характеристика и конструкция. Особенности расчета параметров электромагнитных преобразователей. Преимущества и недостатки. Схемы включения. Измерители силовых и кинематических параметров машин на основе электромагнитных преобразователей. Электростатические преобразователи. Принцип действия. Физические основы работы. Типы емкостных преобразователей. Измерительные схемы, их особенности; мостовая и контурная схемы. Основные требования предъявляемые к параметрам емкостных преобразователей; достоинства и недостатки электростатических датчиков. Конструктивные особенности и характеристики емкостных преобразователей, используемых для исследования параметров машин.	2
7	4	Пьезоэлектрические преобразователи. Пьезоэффект: прямой и обратный; материалы используемые в пьезоэлектрических преобразователях, их свойства. Пьезорезонансные преобразователи: особенности применения, достоинства и недостатки. Конструктивные особенности пьезопреобразователей; электрические схемы; усилительные устройства, работающие в комплекте с пьезодатчиками. Измерительные преобразователи на основе пьезоэффекта для измерения усилий, давлений, ускорений и других параметров машин. Фотоэлектрические преобразователи. Физические принципы работы, классификация по типу фотоэффекта. Основные	2

		характеристики. Внешний и внутренний фотоэффект. Особенности конструкции. Измерение механических параметров с использованием фотоэлектрических преобразователей.	
8	5	Измерение температуры. Общие сведения. Понятие о термодинамической шкале; термометры механической группы. Термоэлектрический метод измерения; общие сведения, требования к термоэлектрическим материалам, технология изготовления термопар, электрические схемы соединения термопар; примеры термометрирования различных объектов. Термометры сопротивления. принцип действия, диапазон измерений, точность; достоинства и недостатки, материалы, используемые для термометров сопротивления, их характеристика, конструктивные особенности термодатчиков. Приборы и аппаратура для измерения температуры: милливольтметры, потенциометры, тепловизоры и т.д.	2

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Метрологические характеристики тензорезисторов. Способы их определения.	2
2	2	Измерительные схемы с тензорезисторами. Потенциометрическая, мостовая и полумостовая схемы подключения датчиков.	2
3	2	Измерение сил, давлений и крутящих моментов с использованием тензорезисторов. Определение кинематических параметров узлов и деталей с использованием тензорезисторов.	2
4	2	Определение кинематических параметров узлов и деталей с использованием тензорезисторов.	2
5	2	Определение кинематических параметров узлов и деталей с использованием тензорезисторов.	2
6	3	Особенности расчета параметров электромагнитных преобразователей. Преимущества и недостатки. Схемы включения. Измерители силовых и кинематических параметров машин на основе электромагнитных преобразователей.	2
7	4	Конструктивные особенности пьезопреобразователей; электрические схемы; усилительные устройства, работающие в комплекте с пьезодатчиками. Измерительные преобразователи на основе пьезоэффекта для измерения усилий, давлений, ускорений и других параметров машин.	2
8	5	Измерение температуры. Общие сведения. Понятие о термодинамической шкале; термометры механической группы. Термоэлектрический метод измерения; общие сведения, требования к термоэлектрическим материалам, технология изготовления термопар, электрические схемы соединения термопар; примеры термометрирования различных объектов.	2

## 5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	1	Определение амплитудно-частотных и фазочастотных характеристик измерительных преобразователей различных типов (тензометрического, индуктивного, пьезоэлектрического). Динамическая градуировка акселерометров и виброметров. Динамическая градуировка акселерометров и виброметров. Навыки работы с виброизмерительной аппаратурой,	2

		электронно-лучевыми и светолучевыми осциллографами. Изучение конструкций тензометрических, индуктивных, пьезоэлектрических датчиков. Использование и освоение различных методов построения АЧХ и ФЧХ.	
2	2	Основы электротензометрии. Приобретение навыков наклейки, монтажа и подключения тензодатчиков.	2
3	2	Определение метрологических характеристик тензорезисторных преобразователей.	2
4	2	Исследование статистических характеристик случайных нагрузок с помощью системы тензометрических устройств. Установка «БОКС». Освоение современных методов расшифровки осциллограмм случайных процессов.	2
5	2	Исследование динамических усилий в кулачковом механизме. Определение КПД высшей кинематической пары.	2
6	3	Исследование сил сопротивления в механизме торможения. Регистрация ударных процессов. Иллюстрация комплексного экспериментального исследования изучаемого явления.	2
7	4	Навыки работы с большим количеством разнообразных измерительных преобразователей: тензорезисторных, индуктивных, фотоэлектрических и т.д. усилительной и регистрирующей аппаратурой. Настройка и градуировка всего измерительного комплекса. Анализ и обработка осциллограмм.	2
8	5	Исследование температурных полей и напряжений.	2

#### 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Обработка результатов и оформление отчетов по лабораторным работам	Учебное пособие по курсу "Экспериментальная механика", электронный ресурс: лаб. раб. №2 с.12-23; лаб. раб. №3 с.23-34; лаб. раб. №4 с.34-39; лаб. раб. №5 с.40-45; лаб. раб. №6 с.45-52; лаб. раб. №7 с.53-60; лаб. раб. №8 с.60-68.	20
Подготовка к зачету.	Основная литература: [1] гл.1 с.19-31; гл.2 с.32-57; гл.3 с.58-144; гл.8 с.323-343; гл.9 с. 345-358; гл.10 с.359-377; гл.16 с.468-509; гл.18 с.545-566. [2] гл.1 с.7-35; гл.2 с.55-91; гл.3 с.99-151. [3] гл.8 с.150-187; гл.10 с.210-214. [4] гл.3 с.87-71. Дополнительная литература: [1] гл.1 с.8-20; гл.3 с.44-61; гл.4 с.68-97; гл.5 с.99-110. [2] гл.1 с.7-22; гл.4 с.102-125. [3] гл.1 с.5-27; гл.3 с.69-92.	15
Подготовка реферата.	На основе периодических изданий и реферативных журналов: 1. Измерительная техника; 2. Датчики и системы; 3. Приборы и системы; 4. Приборы и техника эксперимента; 5. Приборы и средства автоматизации; 6. Заводская лаборатория; 7. Контрольно-измерительные приборы и системы; 8. Мир измерений.	25

## 6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Использование современных средств измерений при проведении лабораторных работ	Лабораторные занятия	Использование современного оборудования при проведении цикла лабораторных работ	16
Чтение лекций в мультимедийной аудитории	Лекции	Проведение лекций в мультимедийных аудиториях	16

## Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: Использование навыков, полученных при выполнении лабораторных работ по курсу ЭМИ при проведении экспериментальных исследований в рамках прохождения практик, выполнения бакалаврских и магистерских работ.

## 7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

### 7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Все разделы	ПК-2 способностью применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности	зачет	вопросы к зачету
Все разделы	ПК-8 готовностью выполнять расчетно-экспериментальные работы в области прикладной механики с использованием современных вычислительных методов, высокопроизводительных вычислительных систем и наукоемких компьютерных технологий, широко распространенных в промышленности систем мирового уровня	зачет	вопросы к зачету
Все разделы	ПК-9 готовностью использовать наукоемкое экспериментальное оборудование для проведения механических испытаний	зачет	вопросы к зачету
Все разделы	ПК-8 готовностью выполнять расчетно-экспериментальные работы в области прикладной механики с использованием современных вычислительных методов, высокопроизводительных вычислительных	прием отчетов по лабораторным работам	отчеты по лабораторным работам



	систем и наукоемких компьютерных технологий, широко распространенных в промышленности систем мирового уровня		
Все разделы	ПК-9 готовностью использовать наукоемкое экспериментальное оборудование для проведения механических испытаний	защита реферата	реферат по одному из разделов курса

## 7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
зачет	Для допуска к зачету студенту необходимо сдать и защитить отчеты по выполненным лабораторным работам и реферат по одному из разделов курса. Зачет проводится в виде тестирования: в билете содержатся 10 вопросов с вариантами ответов, время подготовки теста от 45 до 60 мин.	Зачтено: Правильные ответы на 70 ... 75% вопросов теста, полностью оформленные и защищенные отчеты по лабораторным работам и принятый реферат. Не зачтено: Правильные ответы на 50 и менее % вопросов теста, не полностью оформленные или не защищенные отчеты по лабораторным работам, отсутствует реферат.
прием отчетов по лабораторным работам	Преподаватель оценивает предоставленные студентом отчеты по лабораторным работам с точки зрения правильности и качества выполнения, задаются вопросы связанные с темой лабораторной работы, ее целью, используемым оборудованием и полученными результатами.	Зачтено: Полностью оформленный в соответствии с требованиями отчет, включающий все необходимые разделы, студент четко формулирует цели и задачи работы, знает какое оборудование используется и правильно интерпретирует результаты, получаемые при выполнении лабораторной работы.  Не зачтено: Плохо или не до конца оформленный отчет, студент не знает целей и задач, не знаком с используемым в работе оборудованием, неправильно интерпретирует результаты получаемые при выполнении лабораторной работы.
защита реферата	Подготовленный реферат сдается на проверку преподавателю и возвращается студенту с вопросами и замечаниями по теме реферата. Студент исправляет отмеченные недостатки и готовит ответы на заданные вопросы. Защита проходит в форме краткого выступления по теме реферата и ответов на вопросы.	Зачтено: тема реферата актуальна и отражает наиболее современные подходы используемые в экспериментальной механике, реферат хорошо оформлен, студент четко ориентируется в рассматриваемом вопросе, ответы на дополнительные вопросы даны в полном объеме. Не зачтено: тема реферата не актуальна и не отражает современные подходы используемые в экспериментальной механике, реферат плохо оформлен, студент слабо ориентируется в рассматриваемом вопросе, ответы на дополнительные вопросы не даются или содержат существенные ошибки.

## 7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
зачет	вопросы по разделам курса "Экспериментальная механика",

	темы рефератов. ТемыРефератов16.docx; вопросыпоЭМИ2.doc
прием отчетов по лабораторным работам	вопросы к лабораторным работам по курсу "Экспериментальная механика" вопросыЭМИ_л_p.doc
защита реферата	ТемыРефератов16.docx

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Фрайден, Д. Современные датчики Текст справочник Д. Фрайден ; пер. с англ. Ю. А. Заболотной ; под ред. Е. Л. Свинцова. - М.: Техносфера, 2006. - 588 с. ил.
2. Тензометрия в машиностроении Справочное пособие Под ред. Р. А. Макарова. - М.: Машиностроение, 1975. - 288 с. ил.
3. Пригоровский, Н. И. Методы и средства определения полей деформаций и напряжений Справочник. - М.: Машиностроение, 1983. - 248 с.
4. Сухарев, И. П. Экспериментальные методы исследования деформаций и прочности Редкол.: Н. Н. Малинин (пред.) и др. - М.: Машиностроение, 1987. - 212 с. ил.

#### б) дополнительная литература:

1. Конюхов, Н. Е. Электромагнитные датчики механических величин Н. Е. Конюхов, Ф. М. Медников, М. Л. Нечаевский. - М.: Машиностроение, 1987. - 255 с. ил.
2. Малов, В. В. Пьезорезонансные датчики В. В. Малов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 272 с. ил.
3. Температура : Теория, практика, эксперимент [Текст] Т. 2 Измерение температуры в промышленности и энергетике справ. изд.: в 3 т. А. М. Беленький и др.; под ред. А. М. Беленького, В. Г. Лисиенко. - М.: Теплотехник, 2007. - 731 с. ил.

#### в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Датчики и системы. Научно-технический журнал.
2. Измерительная техника. Научно-технический журнал.
3. Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. Научно-технический журнал.
4. Приборы и техника эксперимента. Научно-технический журнал.
5. Приборы и средства автоматизации. Научно-технический журнал.
6. Заводская лаборатория. Научно-технический журнал.
7. Контрольно-измерительные приборы и системы. Научно-технический журнал.
8. Мир измерений. Научно-технический журнал.

#### г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Экспериментальная механика, раздел электромеханические измерения: учебное пособие к лабораторным работам / И.Я. Березин, Е.Е. Рихтер. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2011. – 71 с.

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

2. Экспериментальная механика, раздел электромеханические измерения: учебное пособие к лабораторным работам / И.Я. Березин, Е.Е. Рихтер. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2011. – 71 с.

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование разработки	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
1	Основная литература	Учебное пособие по курсу "Экспериментальная механика", раздел "Электромеханические измерения" Челябинск, ЮУрГУ, 2011. - 71с.	Электронный каталог ЮУрГУ	Интернет / Свободный
2	Основная литература	Экспериментальная механика [Текст] : учеб. пособие по направлению 151600.62 "Приклад. механика" / С. И. Шульженко ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Приклад. механика, динамика и прочность машин ; ЮУрГУ . 2016. - 56с.	Электронный каталог ЮУрГУ	Интернет / Свободный
3	Дополнительная литература	Физико-механические свойства. Испытания металлических материалов. Том II-1. [Электронный ресурс] / Л.В. Агамиров [и др.]. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2010. — 852 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/789">http://e.lanbook.com/book/789</a>	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
4	Дополнительная литература	Гольцев, В.Ю. Методы механических испытаний и механические свойства материалов: учебное пособие для вузов. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — М. : НИЯУ МИФИ, 2012. — 228 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/75928">http://e.lanbook.com/book/75928</a>	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный

### 9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Math Works-MATLAB, Simulink 2013b(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)
3. ANSYS-ANSYS Academic Multiphysics Campus Solution (Mechanical, Fluent, CFX, Workbench, Maxwell, HFSS, Simplorer, Designer, PowerArtist, RedHawk)(бессрочно)

#### 4. -Paint.NET(бессрочно)

Перечень используемых информационных справочных систем:

Нет

### 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лабораторные занятия	031 (1)	лабораторные установки, компьютерная техника
Практические занятия и семинары	033 (1)	компьютерная техника с программным обеспечением MathCad, MathLab, ANSYSWorkbench
Лабораторные занятия	033 (1)	1. Специализированная учебная лаборатория (ауд. 017) кафедры ПМ и ДПМ, полярископами установкой для исследования методом теневого муара, голографическая установка. 2. Учебно-демонстрационные установки для проведения лабораторных работ, предусмотренных п.5.1. 3. Образцы для лабораторных работ.
Лекции	336 (2)	мультимедийное оборудование для чтения лекций