

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе


_____ Н.В.Лобов

« 02 » марта 20 22 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: _____ Экспериментальная механика
(наименование)

Форма обучения: _____ очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: _____ бакалавриат
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: _____ 108 (3)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: _____ 15.03.03 Прикладная механика
(код и наименование направления)

Направленность: _____ Прикладная механика (общий профиль, СУОС)
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины – сформировать навыки и умения, необходимые для экспериментальных исследований в механике деформируемого твёрдого тела, в частности, достигать максимальной точности измерений при минимальном количестве проведенных опытов и сохранении статистической достоверности результатов.

Задачи дисциплины – сформировать знания современных экспериментальных методов в области механики с целью их практического применения в научной, производственной и преподавательской деятельности специалиста, а также физические основы экспериментальных методов исследования в механике; сформированы умения планировать и проводить экспериментальные исследования в механике и биомеханике; сформированы навыки работы с экспериментальным оборудованием и применения на практике различных методов обработки экспериментальных результатов, в частности, поиска оптимальных условий, построения интерполяционных формул, выбора существенных факторов, оценки и уточнения констант теоретических моделей, выбора наиболее приемлемых из некоторого множества гипотез о механизме явлений, исследования диаграмм состав-свойство.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Деформируемое твёрдое тело, экспериментальные комплексы для проведения механических испытаний, математические модели и алгоритмы планирования эксперимента, их реализация в виде компьютерной программы, модели природного, технологического или социального процесса

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-1ПК-1.1	Знать современные тенденции развития и новейшие методы исследования в области экспериментальной механики и механики деформируемого твердого тела.	Знает основные разделы математики, механики деформируемых тел, теории колебаний; современные методы проведения расчетов напряженно-деформированного состояния конструкций, численные методы моделирования, включая метод конечных элементов;	Собеседование

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	Уметь формулировать задачи экспериментальных исследований и находить пути их решения, а также находить и анализировать специализированную литературу.	Умеет применять специальные методики расчета параметров нагружения; применять специальные методики расчета конструкций на прочность, устойчивость и жесткость; применять современные системы автоматизированного проектирования (САПР), в том числе: пакеты прикладных программ конечно-элементного анализа, пакеты программ для создания электронных геометрических моделей; читать проектно-конструкторскую и нормативную документацию	Защита лабораторной работы
ПК-1.1	ИД-3ПК-1.1	Владеть навыками построения физико-механических и компьютерных моделей, решения задач экспериментальной механики с применением программных систем компьютерного инжиниринга, а также навыками самостоятельного освоения специальной научной литературы по теме.	Владеет навыками разработки статических и динамических моделей; применения современных методов, средств и стандартов, прикладных комплексов программ используемых при проектировании.	Дифференцированный зачет
ПК-2.2	ИД-1ПК-2.2	Знать современные методы планирования и проведения экспериментов, а также основные методы обработки экспериментальных данных в пакетах прикладных программ и их последующего представления	Знает современные и эффективные численные методы, алгоритмические языки, пакеты прикладных программ, средства представления результатов для проведения инженерных расчетов и исследовательских работ в прикладной механике	Собеседование
ПК-2.2	ИД-2ПК-2.2	Уметь планировать и проводить экспериментальные исследования в механике и биомеханике;	Умеет создавать и использовать компьютерные модели материалов и конструкций для проведения	Защита лабораторной работы

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		обрабатывать и анализировать полученные результаты; реализовывать методы обработки экспериментальных данных в программных средах современных вычислительных комплексов.	инженерных расчетов в различных областях техники с использованием современных эффективных методов и средств, в том числе численных методов, алгоритмических языков, пакетов прикладных программ, средств представления результатов, выполнять анализ результатов расчета	
ПК-2.2	ИД-3ПК-2.2	Владеть навыками проведения расчетов и визуализации получаемых экспериментальных результатов с использованием вычислительных комплексов; математическим аппаратом для обработки экспериментальных данных на всех этапах научной и практической деятельности.	Владеет навыками верификации компьютерных моделей на основе экспериментальных данных при решении задач прикладной механики	Дифференцированный зачет

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)	32	32	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)			
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	54	54	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
7-й семестр				
Введение	2	0	0	4
Основные понятия и термины экспериментальной механики. Роль экспериментов в развитии современной науки.				
Основы проведения и планирования эксперимента	5	10	0	15
Тема 1. Общие сведения о методиках экспериментальных исследований. Типы экспериментов. Экспериментальные исследования в механике. Виды механических испытаний. Этапы проведения экспериментов. Цели планирования экспериментальных исследований. Этапы планирования экспериментов. Тема 2. Точность результатов эксперимента. Обработка результатов экспериментов, их достоверность. Ошибки и гипотезы, проверка статистических гипотез и критериев.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Методы пассивного и активного эксперимента	6	12	0	20
Тема 3. Статистический анализ экспериментальных данных. Дисперсионный анализ экспериментальных данных. Корреляционный анализ экспериментальных данных. Регрессионный анализ экспериментальных данных. Тема 4. Методы активного эксперимента. Планирование эксперимента. Основные положения планирования эксперимента. Построение плана активного эксперимента. Тема 5. Полный факторный эксперимент (ПФЭ). Математические основы планирования эксперимента. Полный факторный эксперимент и математическая модель. Определение коэффициентов регрессии.				
Экспериментальные исследования в механике деформируемого твёрдого тела	5	10	0	15
Тема 6. Определение упругих свойств материалов. Определение модуля упругости и коэффициента Пуассона различных образцов. Тема 7. Ползучесть и релаксация. Экспериментальное определение кривых ползучести и релаксации. Определение параметров, входящих в соотношения теории наследственной ползучести.				
ИТОГО по 7-му семестру	18	32	0	54
ИТОГО по дисциплине	18	32	0	54

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Постановка задачи оптимизационного эксперимента.
2	Обработка результатов экспериментов, их достоверность.
3	Статистический анализ экспериментальных данных.
4	Полный факторный эксперимент. Определение коэффициентов регрессии.
5	Планирование экспериментального исследования по определению модуля упругости стального образца.
6	Обработка результатов экспериментальных исследований по определению упругих характеристик стального образца.
7	Обработка результатов экспериментальных исследований по определению диаграммы пластичности стального образца.
8	Обработка результатов экспериментальных исследований по определению кривых ползучести и релаксации.

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Адлер Ю. П., Маркова Е. В., Грановский Ю. В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. 2-е изд., перераб. и доп. Москва : Наука, 1976. 279 с.	86
2	Механика материалов. Методы и средства экспериментальных исследований / Вильдеман В. Э., Бабушкин А. В., Третьяков М. П., Ильиных А. В., Третьякова Т.В., Ипатова А. В., Словигов С. В., Лобанов Д. С. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2011. 164 с. 10,5 усл. печ. л.	36
3	Экспериментальные методы в биомеханике : учебное пособие / Няшин Ю. И., Подгаец Р. М., Тютюнщикова В. Д., Акулич Ю. В. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2008. 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) URL: https://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks130812 (дата обращения: 24.02.2022).	1

2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Экспериментальная механика / Букеткин Б. В., Горбатовский А. А., Кисенко И. Д., Котов А. И. М. : Изд-во МГТУ, 2004. 135 с.	5
2	Экспериментальная механика. Кн. 1 / Атлури С., Кобаяси А., Дэлли Д., Райли У. Москва : Мир, 1990. 615 с.	2
3	Экспериментальная механика. Кн. 2 / Дюрелли А., Холл Д., Стерн Ф., Дохерти Д. Москва : Мир, 1990. 551 с. 34,50 усл. печ. л.	4
2.2. Периодические издания		
	Не используется	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Вильдеман В.Э., Бабушкин А.В., Третьяков М.П., Ильиных А.В., Третьякова Т.В., Ипатова А.В., Словигов С.В., Лобанов Д.С. Механика материалов. Методы и средства экспериментальных исследований. – Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2011. – 164 с.	https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3324	локальная сеть; авторизованный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows 7 (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.03.2022)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	ANSYS (лиц. 1062978)

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Компьютер в комплекте: Системный блок (SOC-1155 Core G850, Western Digital 7200 320 Gb, DDR-III 4Gb) Монитор LCD 19" Samsung E1920NR (1280x1024) Клавиатура Genius KB-110X Black <USB> Мышь Genius NetScroll 110 Black оптическая (USB), 800 dpi, bundle (G5)	7
Лекция	Мультимедиакомплекс в составе: Экран ЭЯД-20; Проектор Aser PD100D; Ноутбук Toshiba Sattelite A200-1HV	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе