

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт информационных технологий, математики и механики

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ННГУ
протокол от
«30» ноября 2022 г. № 13

**Рабочая программа дисциплины
Экспериментальная механика материалов**

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования
специалитет

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность
01.05.01 Фундаментальные математика и механика

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы
Фундаментальная механика и приложения

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения
очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород
2023 год

1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Экспериментальная механика материалов» относится к обязательной части ООП

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
1	Блок 1. Дисциплины (модули) Обязательная часть	Дисциплина Б1.О.24.04, «Экспериментальная механика материалов» относится к обязательной части ООП специальность 01.05.01 Фундаментальные математика и механика.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции* (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине**	
ОПК-1. Способен находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы фундаментальной математики и механики	ОПК-1.1. Знает основы фундаментальных физико-математических дисциплин и других естественных наук.	Знает основы фундаментальных физико-математических дисциплин, необходимые при создании моделей реальных тел и конструкций.	<i>Собеседование</i>
	ОПК-1.2. Умеет формулировать, анализировать и решать профессиональные задачи с применением фундаментальных знаний математики, физики и других естественных наук.	Умеет применять и модифицировать известные модели реальных тел и конструкций.	<i>Собеседование</i>
	ОПК-1.3. Имеет практический опыт постановки и решения актуальных задач математики и механики.	Имеет опыт решения задач нелинейного деформирования ответственных конструкций, подвергающихся импульсным воздействиям.	<i>Собеседование</i>
ОПК-2. Способен создавать, анализировать и реализовывать	ОПК-2.1. Знает основные положения, терминологию и методологию в	Знает основной набор современных методов и алгоритмов математического моделирования элементов конструкций при динамическом нагружении.	<i>Собеседование</i>

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции* (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине**	
новые математические модели в современном естествознании, технике, экономике и управлении	области математического и алгоритмического моделирования.		
	ОПК-2.2. Умеет осуществлять анализ и выбор методов решения задач профессиональной и научной деятельности на основе теоретических знаний в области математических и компьютерных наук.	Умеет осознанно выбрать оптимальные методы экспериментальных исследований механических свойств материалов при импульсных воздействиях.	<i>Собеседование</i>
	ОПК-2.3. Имеет практический опыт разработки новых методов математического моделирования для решения задач профессиональной и научной деятельности.	Имеет опыт использования методов идентификации и верификации математических моделей деформирования твердых тел, реализованных в программных комплексах ANSYS, LS-DYNA.	<i>Собеседование</i>
ОПК-4. Способен использовать в педагогической деятельности научные основы знаний в сфере математики и механики	ОПК-4.1 Знает основы преподавания физико-математических дисциплин и компьютерных наук в средней школе, специальных и высших учебных заведениях.	Знает методические и фактические основы преподавания физико-математических дисциплин и компьютерных наук в высших учебных заведениях.	<i>Собеседование</i>
	ОПК-4.2 Умеет использовать полученные фундаментальные и специальные знания в области физико-математических наук в преподавательской деятельности.	Умеет использовать полученные фундаментальные и специальные знания в области экспериментальной механики материалов в преподавательской деятельности	<i>Собеседование</i>

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции* (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине**	
	ОПК-4.3 Имеет практический опыт планирования и подготовки учебных занятий, а также представления известных научных знаний и результатов собственных научных исследований.	Имеет практический опыт планирования и подготовки учебных занятий, проведения научных исследований, оформления результатов и их представления мировой научной общественности.	<i>Собеседование</i>

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения
Общая трудоемкость	4 з.е.
Часов по учебному плану	144
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа	32
- текущий контроль (КСР)	2
самостоятельная работа	42
Промежуточная аттестация – экзамен	36

3.2. Содержание дисциплины

Очная форма обучения						
Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе				СР ¹ , часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы				
		из них				
		ЗЛеТ ²	ЗСеТ ³	ЗЛаТ ⁴	Всего	
Раздел 1. Задачи и методы механических испытаний конструкционных материалов. Тема 1: Предмет и задачи курса «Экспериментальная механика материалов». История развития методов экспериментальной механики деформируемых твердых тел. Тема 2: Виды и влияние внешних воздействий на здания, сооружения и элементы конструкций. Основные физико-механические свойства конструкционных материалов.	6	4			4	2

Очная форма обучения						
Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе				СР ¹ , часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы				
		из них			Всего	
ЗЛеТ ²	ЗСеТ ³	ЗЛаТ ⁴				
<p><u>Раздел 2.</u> Механические свойства конструкционных материалов.</p> <p><u>Тема 1:</u> Основные механические характеристики металлов и сплавов. Базовые (критериальные) механические свойства материалов — прочность, пластичность, твердость, ударная вязкость и выносливость. Экспериментальные методы исследования базовых механических свойств материалов.</p> <p><u>Тема 2:</u> Виды экспериментов. Измеряемые в эксперименте параметры. Компоненты испытательных систем. Жесткое и мягкое нагружение. Способы измерения усилий и деформаций.</p>	6	2	2		4	2
<p><u>Раздел 3.</u> Понятие о напряженно-деформированном состоянии материала.</p> <p><u>Тема 1:</u> Понятие напряжения, деформации. Понятие тензора напряжений и деформаций. Коэффициент мягкости напряженного состояния. Схемы напряженно-деформированного состояния.</p> <p><u>Тема 2:</u> Требования к образцам для испытаний. Однородность напряженно-деформированного состояния образца. Инерционные эффекты. Влияние скорости деформации.</p> <p><u>Тема 3:</u> Упругая и пластическая деформации. Элементарный закон Гука. Физический смысл модуля упругости. Упругие константы и связь между ними. Обобщенный закон Гука для изотропных тел. Методы определения упругих модулей. Влияние различных факторов на величину упругих модулей.</p> <p><u>Тема 4:</u> Основные гипотезы и принципы механики материалов. Расчетная схема объекта. Типовые формы элементов инженерных сооружений. Внешние силы и их классификация.</p>	13	6	2		8	5
<p><u>Раздел 4.</u> Диаграммы деформирования металлов и сплавов.</p> <p><u>Тема 1:</u> Понятие диаграммы деформирования пластичных и хрупких материалов. Техническая, условная и истинная диаграммы. Типы идеализированных диаграмм (линейно-упругая, нелинейно-упругая, упругопластическая, идеально-пластическая), используемых при расчете и численном моделировании. Чувствительность к скорости деформации.</p> <p><u>Тема 2:</u> Модуль упругости, секущий модуль, модуль участка упрочнения и разгрузки. Предел текучести при растяжении и сжатии. Временное сопротивление. Полная и остаточная деформация.</p>	7		4		4	3

Очная форма обучения						
Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе				СР ¹ , часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы				
		из них				
		ЗЛеТ ²	ЗСеТ ³	ЗЛаТ ⁴	Всего	
Эффект наклёпа. Предельные характеристики пластичности. Разномодульные материалы.						
<div>Раздел 5. Диаграммы деформирования хрупких структурно-неоднородных сред.</div> <div>Тема 1: Диаграммы деформирования хрупких структурно-неоднородных сред при одноосном напряжении (сжатие и растяжение) и одноосной деформации. Диаграммы деформирования мягких грунтовых сред при одноосной деформации. Влияние скорости деформации на кривую ударной сжимаемости.</div>	4	2			2	2
<div>Раздел 6. Статические испытательные машины.</div> <div>Тема 1: Типы статических испытательных машин: простые и универсальные, широкого применения, специализированные и целевые. Силовые схемы испытательных машин. Типы приводов. Захваты испытательных машин. Базовые испытания. Понятие жесткого и мягкого режимов нагружения. Малоцикловая и многоцикловая усталость. Испытания на ползучесть.</div> <div>Тема 2: Испытания на трещиностойкость (ударную вязкость). Неразрушающие методы контроля. Определение твёрдости. Устройства для измерения нагрузки и деформации при квазистатических испытаниях. Динамометры, деформометры, тензометры, индикаторы, прогибомеры, месдозы. Средства бесконтактного измерения деформаций.</div> <div>Тема 3. Практическое знакомство с парком статических испытательных машин</div>	9	4	2		6	3
<div>Раздел 7. Методы динамических испытаний материалов.</div> <div>Тема 1: Средства создания интенсивных кратковременных нагрузок. Копровые испытания, кулачковый пластометр, метод Тейлора, методика расширяющегося кольца. Газовые пушки. Взрывное нагружение, магнитоимпульсное нагружение, взрыв проволоочки в воде.</div> <div>Тема 2: Методика Кольского при сжатии и растяжении. Достоинства и недостатки. Однородность напряженно-деформированного состояния. Инерционные эффекты. Оптимальная геометрия образцов. Волновые эффекты в стержнях, дисперсия волн. Формирование нагружающего импульса.</div> <div>Тема 3: Модификации методики Кольского: испытания при срезе, чистом сдвиге, комбинированном нагружении, при исследовании трещиностойкости и динамической твёрдости.</div>	16	6	6		12	4

Очная форма обучения						
Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе				СР ¹ , часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы				
		из них			Всего	
ЗЛеТ ²	ЗСеТ ³	ЗЛаТ ⁴				
<p><u>Тема 4.</u> Практическое знакомство с экспериментальным комплексом установок для динамических испытаний материалов</p> <p><u>Тема 5:</u> Модификация методики Кольского для исследования свойств в условиях одноосной деформации. Влияние степени ограничения боковой деформации. Исследование анизотропии свойств.</p> <p><u>Тема 6:</u> Регистрирующие устройства. Динамометр-волновод. Датчики для измерения деформаций: фольговые тензорезисторы, полупроводниковые тензодатчики. Коэффициент тензочувствительности. Схемы питания тензодатчиков. Тензостанции. Термокомпенсация, подавление помех.</p>						
<p><u>Раздел 8.</u> Методы высокоинтенсивных динамических испытаний материалов.</p> <p><u>Тема 1:</u> Плосковолновые ударные методы испытаний. Исследование ударной сжимаемости. Методы построения ударной адиабаты. Средства регистрации волн сжатия. Исследование откольной прочности.</p> <p><u>Тема 2:</u> Методы исследования процессов ударного взаимодействия. Эксперименты в прямой и обращённой постановках. Средства регистрации параметров ударного взаимодействия. Экспериментальная техника проведения плосковолновых ударных испытаний. Средства нагружения образцов и методы регистрации параметров. Диэлектрические и манганиновые датчики.</p>	8		4		4	4
<p><u>Раздел 9.</u> Средства регистрации при высокоскоростных испытаниях.</p> <p><u>Тема 1:</u> Типы датчиков для измерения перемещений (ёмкостные, индуктивные, резисторные, фотодатчики). Пьезорезистивный эффект. Способы регистрации полей деформации: муаровые покрытия, поляризационные покрытия.</p> <p><u>Тема 2:</u> Датчики для измерения волн давления (PVDF, манганин). Исследование высокоскоростных процессов: кинокамеры, лазерные интерферометры (Майкельсона, дифференциальный, VISAR, PDV).</p> <p><u>Тема 3:</u> Современные средства бесконтактной регистрации полей деформации при высокоскоростном деформировании материалов. Спекл-интерферометрия.</p>	11	2	4		6	5
<p><u>Раздел 10.</u> Численное моделирование высокоскоростного деформирования.</p>	18	2	8		10	8

Очная форма обучения						
Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе				СР ¹ , часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы				
		из них				
		ЗЛеТ ²	ЗСеТ ³	ЗЛаТ ⁴	Всего	
<u>Тема 1:</u> Использование численного моделирования при конструировании и расчете элементов ответственных конструкций на динамические воздействия. Расчетные комплексы LS-DYNA, ABAQUS, ЛОГОС. Этапы и компоненты моделирования. Базы данных. <u>Тема 2:</u> Определяющие соотношения теории пластичности. Численные модели материалов (металлов). Типы численных моделей (феноменологические и физически обоснованные). <u>Тема 3:</u> Модели пластичности металлов и сплавов. Учет моделями влияния различных факторов: скорости деформации, температуры, истории. <u>Тема 4:</u> Критерии разрушения материалов и численные модели деформирования и разрушения хрупких сред. <u>Тема 5:</u> Параметрическая идентификация численных моделей пластичности металлов и сплавов. Идентификация критериев разрушения металлов и сплавов.						
<u>Раздел 11.</u> Верификация численных моделей высокоскоростного деформирования конструкционных материалов. <u>Тема 1:</u> Верификация численных моделей пластичности металлов и сплавов. Натурные и виртуальные тестовые эксперименты. Способы оценки достоверности моделей. Тест Тейлора. Динамическое индентирование. <u>Тема 2:</u> Верификация численных моделей деформирования и критериев разрушения хрупких сред. Натурные и виртуальные эксперименты. Способы оценки достоверности моделей.	8	4			4	4
Текущий контроль	2				2	
Итого	108	32	32	0	66	42
¹ Самостоятельная работа обучающегося. ² Занятия лекционного типа. ³ Занятия семинарского типа. ⁴ Занятия лабораторного типа.						

Практические занятия (семинарские занятия) организуются, в том числе в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий (семинарских занятий) в форме практической подготовки отводится 32 часа.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

- практических навыков в соответствии с профилем ОП: решения задач нелинейного деформирования ответственных конструкций, подвергающихся импульсным воздействиям, использования методов идентификации и верификации математических

моделей деформирования твердых тел, реализованных в программных комплексах ANSYS, LS-DYNA

- компетенций – ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4.

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа.

Промежуточная аттестация проходит в традиционных формах (экзамен).

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

В соответствии с рабочей программой и тематическим планом изучение дисциплины проходит в виде практических занятий (в специализированной аудитории - терминал-классе) и самостоятельной работы студентов.

В рамках дисциплины предусмотрены следующие виды самостоятельной работы (порядок их выполнения, форма контроля):

- самостоятельная теоретическая подготовка к занятиям практического типа (в течение всего семестра, опрос на занятиях),
- подготовка и отчет по выполненным в специализированной аудитории.

Формами контроля самостоятельной работы студентов, соответственно, являются:

- сдача теоретического допуска к практической работе (может проходить как в письменной форме, так и в форме устного собеседования)
- защита отчета о выполненной практической работе – в виде собеседования.
- Самостоятельное выполнение итоговой практической работы с индивидуальным заданием.

Экзамен выставляется по итогам успешной сдачи итоговой работы при условии успешной сдачи всех запланированных на семестр работ.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и тематика итоговых работ для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств включает контрольные материалы для проведения текущего контроля в форме вопросов для собеседования, заданий для итоговой практической работы, по итогам которой выставляется экзамен.

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Шкала оценивания сформированности компетенций		Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)		
		Знания	Умения	Навыки
плохо	не зачтено	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа
неудовлетворительно		Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.

Шкала оценивания сформированности компетенций		Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)		
		Знания	Умения	Навыки
удовлетворительно	зачтено	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами
хорошо		Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
очень хорошо		Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
отлично		Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
превосходно		Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»

Оценка		Уровень подготовки
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

5.2.1. Контрольные вопросы

Вопрос	Код компетенции (согласно РПД)
1. Основные физико-механические свойства конструкционных материалов. Изотропные и анизотропные материалы.	ОПК-1
2. Понятие напряжения, деформации. Понятие тензора напряжений и деформаций.	ОПК-1
3. . Основные гипотезы и принципы механики материалов	ОПК-1
4. Модели пластичности металлов и сплавов. Учет моделями влияния различных факторов: скорости деформации, температуры, истории.	ОПК-2
5. Параметрическая идентификация численных моделей пластичности металлов и сплавов.	ОПК-2
6. Идентификация критериев разрушения металлов и сплавов	ОПК-2
7. Экспериментальные методы исследования базовых механических свойств материалов.	ОПК-4
8. Диаграммы деформирования пластичных и хрупких материалов. Условная и истинная диаграммы. Типы идеализированных диаграмм	ОПК-4
9. Исследование механических свойств в условиях одноосной деформации	ОПК-4

5.2.2. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции

Вопросы для оценки сформированности компетенции «ОПК-1»

1. Привести примеры диаграмм деформирования пластичных и хрупких материалов.
2. Объяснить сущность жесткого и мягкого режимов нагружения при испытаниях материалов.
3. Объяснить этапы параметрической идентификации численных моделей пластичности металлов и сплавов.

Вопросы для оценки сформированности компетенции «ОПК-2»

1. Популярны модели пластического деформирования металлов и сплавов.
2. Способы постановки численных экспериментов для верификации моделей пластичности металлов и сплавов.
3. Привести примеры экспериментов для верификации моделей деформирования и разрушения хрупких сред.

Вопросы для оценки сформированности компетенции «ОПК-4»

1. Привести примеры силовых схем испытательных машин.
2. Объяснить, какие устройства применяются для измерения нагрузки и деформации при квазистатических испытаниях.
3. Объяснить способы представления результатов динамических испытаний металлов при сжатии.

5.2.3. Вопросы для собеседования

Вопрос	Код компетенции (согласно РПД)
1. С какой целью определяются характеристики прочности и пластичности материалов?	ОПК-1
2. Что называется условным пределом текучести?	ОПК-1
3. Как по диаграмме растяжения определить величину упругого и остаточного удлинения образца на любой стадии нагружения?	ОПК-1
4. Что характеризуют модули упругости первого и второго рода (E , G)?	ОПК-1
5. Как экспериментально определяется коэффициент Пуассона?	ОПК-1
6. Какое напряженное состояние имеет место в зоне концентрации напряжений?	ОПК-1
7. Как определяются нормальные и касательные напряжения на наклонной площадке при линейном напряженном состоянии?	ОПК-1
8. Что называется предельным напряжением и как определяются пределы прочности для пластичных, хрупких и пластично-хрупких материалов?	ОПК-1
9. Какие механические характеристики можно определить при испытании хрупких материалов на сжатие?	ОПК-2
10. В чём отличия вязкого и хрупкого механизмов разрушения?	ОПК-2
11. Модели пластичности металлов и сплавов. Учет моделями влияния различных факторов: скорости деформации, температуры, истории.	ОПК-2
12. Параметрическая идентификация численных моделей пластичности металлов и сплавов.	ОПК-4
13. Идентификация критериев разрушения хрупких сред.	ОПК-4
14. Верификация численных моделей пластичности металлов и сплавов. Натурные и виртуальные тестовые эксперименты.	ОПК-4
15. Верификация численных моделей деформирования и критериев разрушения хрупких сред.	ОПК-4

5.2.4. Задания для лабораторных работ.

Лабораторные работы не предусмотрены

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Экспериментальная механика: в 2-х книгах. Книга 1. Пер.с англ. / под ред А.Кобаяси. – М.: Мир, 1990. – 616 с. <https://dwg.ru/lib/2929>
2. Окопный Ю.А., Радин В.П., Чирков В.П. Механика материалов и конструкций. Учебник для ВУЗов. М.: Машиностроение. 2001. – 408 с. <https://lib-bkm.ru/13761>
3. Брагов А.М., Игумнов Л.А., Константинов А.Ю., Ломунов А.К. Высокоскоростная деформация материалов различной физической природы: монография. Н.Новгород, 2020. 299 с. https://www.researchgate.net/publication/352709351_Vysokoskorostnaa_deformacia_materialov_razlicnoj_fiziceskoj_prirody

4. Симонов Ю.Н., Симонов М.Ю. Физика прочности и механические испытания металлов. Курс лекций. Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2020. – 199 с.
https://pstu.ru/files/2/file/kafedra/mtf/kafedry/MTO/MU/Fizika_prochnosti_Kurs_lekciyi_Simonov_YU.N..pdf
5. Прикладная механика. Механика материалов: учебно-методическое пособие / сост.: В.Н. Основин [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2018. – 356 с.
https://www.bsatu.by/sites/default/files/field/publikatsiya_file/prikladnaya-mehanika-mehanika-materialov.pdf
6. Надаи А. Пластичность и разрушение твердых тел. Том 1. Пер. с англ. под ред. Г.С.Шапира. М.: Изд-во иностр.литер., 1954. – 642 с. <https://lib-bkm.ru/13830>
7. Надаи А. Пластичность и разрушение твердых тел. Том 2. Пер. с англ. В.И.Розенблюма, Р.Л.Салганика, Н.А.Форсман. М.: Мир, 1969. – 864 с. <https://lib-bkm.ru/13830>

б) дополнительная литература:

1. Ильюшин А.А., Ленский В.С. Сопротивление материалов. М.: Физматгиз, 1959. 372 с. <https://lib-bkm.ru/11588>
2. Прикладная механика. Механика материалов: учебно-методическое пособие / сост.: В.Н. Основин [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2018. – 356 с.
https://www.bsatu.by/sites/default/files/field/publikatsiya_file/prikladnaya-mehanika-mehanika-materialov.pdf
3. Брагов А.М., Константинов А.Ю., Ломунов А.К. Экспериментально-теоретическое исследование процессов высокоскоростного деформирования и разрушения материалов различной физической природы с использованием метода Кольского и его модификаций: монография. – Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского, 2018. – 188 с. (1 экз.)
https://www.researchgate.net/publication/330556707_Eksperimentalno-teoreticheskoe_issledovanie_processov_vysokoskorostnogo_deformirovaniya_i_razruseniya_materialov_razlichnoj_fizicheskoj_prirody_s_ispolzovaniem_metoda_Kolskogo_i_ego_modifikacij
4. Фридман Я.Б. Механические свойства металлов. Изд. 3-е, перераб и доп. В двух частях. Часть первая. Деформация и разрушение. М.: Машиностроение, 1974. 472 с. <https://lib-bkm.ru/12874>
5. Золоторевский В.С. Механические свойства металлов. Учебник для ВУЗов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: МИСИС, 1998.-400 с. <https://lib-bkm.ru/12749>

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

(в соответствии с содержанием дисциплины)

1. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mechanics/solid.htm>
2. <http://www.cadfem-cis.ru/>
3. <https://www.facebook.com/cadfemcis>
4. <http://www.youtube.com/user/CADFEM>
5. <http://www.cae-club.ru/forum>
6. Научно-образовательный центр при МИАН – <http://www.mi.ras.ru/>
7. Электронная библиотека механико-математического факультета МГУ –
8. <http://lib.mexmat.ru/>
9. Электронная библиотека - <http://www.hi-edu.ru>
10. Электронные поисковые системы Yandex, Google и т.д.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий лекционного и семинарского типа, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: мультимедийная техника (компьютер, проектор, экран).

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ 01.05.01
Фундаментальные математика и механика.

Автор д.ф.-м.н., профессор Ломунов А.К.

Заведующий кафедрой
теоретической,
компьютерной и
экспериментальной
механики

д.ф.-м.н., профессор Игумнов Л.А.

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики от 30 ноября 2022 года, протокол № 3.