

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
от 30.11.2022 г. протокол № 13

**Рабочая программа дисциплины
Экспериментальные методы исследования механических свойств материалов**

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования
магистратура

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность
01.03.04 Механика и математическое моделирование

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы
Информационное и программное обеспечение. Инженерия

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород
2023 год

1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к обязательной части.

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
1	Блок 1. Дисциплины (модули) Обязательная часть	Дисциплина <i>Б1.О.10 Экспериментальные методы исследования механических свойств материалов</i> , относится к обязательной части ООП направления подготовки 01.04.03 Механика и математическое моделирование.

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**	
УК-6. Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы её совершенствования на основе самооценки	УК-6.1. Знать принципы планирования и определения приоритетов собственной деятельности. УК-6.2. Уметь реализовывать приоритеты собственной деятельности на основе планирования. УК-6.3. Владеть способами совершенствования собственной деятельности на основе самооценки..	<i>Знать</i> основные направления современных исследований в области изучения динамических свойств материалов и процессов высокоскоростного взаимодействия деформируемых твердых тел. <i>Уметь</i> выбирать направления исследований и планировать проведение экспериментальных исследований в области динамических воздействий в механике деформируемого твердого тела. <i>Владеть</i> навыками реализации экспериментальных методов исследований динамических воздействий в механике деформируемого твердого тела	<i>Зачет</i>
ОПК-1. Способен находить, формулировать и решать актуальные проблемы механики и математики	ОПК-1.1. Знает основы фундаментальных физико-математических дисциплин и других естественных наук. ОПК-1.2. Умеет формулировать, анализировать и решать профессиональные задачи с применением фундаментальных знаний математики, физики и других естественных наук. ОПК-1.3. Имеет	<i>Знать</i> основы механики деформируемого твердого тела и механики разрушения, необходимые при решении задач экспериментального исследования динамических свойств материалов <i>Уметь</i> применять и модифицировать известные методы экспериментальных исследований для определения параметров математических моделей, определяющих динамические свойства материалов, а также экспериментальные методы, используемые для верификации математических моделей <i>Владеть</i> подходами, применяемыми при	<i>Зачет</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**	
	практический опыт постановки и решения актуальных задач математики и механики.	разработке новых методик динамических исследований материалов.	
ОПК-3. Способен разрабатывать новые методы экспериментальных исследований и применять современное экспериментальное оборудование в профессиональной деятельности	ОПК-3.1. Знает основные положения, терминологию и методологию в области физического моделирования, а также основы теории эксперимента в механике. ОПК-3.2. Умеет выбирать, использовать и разрабатывать необходимые методы физического моделирования и экспериментальных исследований в зависимости от поставленных задач. ОПК-3.3. Имеет практический опыт применения методов физического моделирования и современного экспериментального оборудования для решения профессиональных задач.	<i>Знать__</i> физические основы существующих методов экспериментальных исследований динамических свойств материалов <i>Уметь_</i> обоснованно выбирать необходимые методы экспериментальных исследований динамических свойств материалов, с помощью которых достигаются наиболее достоверные результаты. <i>Имеет практический опыт</i> техническими средствами, реализующими различные методы экспериментальных исследований динамических свойств материалов	<i>Зачет</i>
ОПК-6 Способен к организации и ведению инновационно-исследовательской деятельности	ОПК-6.1. Знает основы инновационно-исследовательской деятельности. ОПК-6.2. Умеет использовать полученные знания в инновационно-исследовательской деятельности. ОПК-6.3. Владеет навыками инновационно-исследовательской деятельности.	<i>Знает</i> основы инновационно-исследовательской деятельности экспериментальных исследований динамических свойств материалов <i>Умеет</i> использовать полученные знания в инновационно-исследовательской деятельности. <i>Владеет навыками</i> инновационно-исследовательской деятельности в экспериментальных исследованиях динамических свойств материалов	

*Индикатор достижения компетенции – указывается из таблиц п.4.1. Общей характеристики ООП,

**Результаты обучения по дисциплине- указываются авторами РПД согласно содержания дисциплины

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения
Общая трудоемкость	3 з.е.
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	49
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа	
- занятия лабораторного типа	16
- текущий контроль (КСР)	1
самостоятельная работа	59
Промежуточная аттестация – зачет	

3.2. Содержание дисциплины

Очная форма обучения							
№	Наименование 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	
1.	Введение. Роль и место экспериментальных методов в механике деформируемого твердого тела.	4	2			2	2
2.	Нагружающие устройства. Пороховые разгонные устройства. Легкогазовые метательные установки, параметры влияющие на эффективность разгона.	16	4	2		6	10
3.	Распространение волн в стержневых системах, геометрическая дисперсия. Метод Кольского (РСГ), его предпосылки и ограничения. Модификации метода РСГ для исследования динамических свойств материалов в различных условиях.	20	6	4		10	10
4.	Ударные волны в твердых телах. Основные соотношения на фронте волны. Методы измерения параметров ударных волн	20	6	4		10	10
5.	Явление откола при выходе ударной волны на свободную поверхность. Откольная прочность. Методы определения скорости свободной поверхности при выходе на нее ударной волны.	16	4	2		6	10
6.	Методы исследования ударного взаимодействия твердых и деформируемых тел с преградами различной физической природы.	20	6	4		10	10
7.	Использование прикладного программного обеспечения в экспериментальных исследованиях. Среда графического программирования Labview.	11	4			4	7
	Текущий контроль (КСР)	1				1	
	ИТОГО	108	32	16		49	59

Очная форма обучения							
№	Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе				СР ¹ , часы
			Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы				
			из них				
			ЗЛеГ ²	ЗСеГ ³	ЗЛаГ ⁴	Всего	
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 16 часов.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

- практических навыков в соответствии с профилем ОП: теоретических, численных и экспериментальные исследования явлений и процессов различной природы методами математического, компьютерного и экспериментального моделирования; инновационно-исследовательской деятельности в экспериментальных исследованиях динамических свойств материалов
- компетенций - УК-6; ОПК-1; ОПК-3; ОПК-6.

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий лабораторного типа.

Промежуточная аттестация проходит в форме зачета.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

В соответствии с рабочей программой и тематическим планом изучение дисциплины проходит в виде аудиторной и самостоятельной работы студентов.

В рамках дисциплины предусмотрены следующие виды самостоятельной работы

1. повторение пройденного на занятиях материала,
2. самостоятельное изучение отдельных вопросов программы,
3. подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам).

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и 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 тестовых заданий и промежуточной аттестации в форме вопросов и заданий к зачету.

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Шкала оценивания сформированности компетенций	Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)		
	Знания	Умения	Навыки
Не зачтено	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.
Зачтено	Уровень знаний соответствует минимально допустимому и более	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи без ошибок или с	Имеется набор навыков соответствующий минимальному уровню для решения стандартных

Шкала оценивания сформированности компетенций	Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)		
	Знания	Умения	Навыки
	высокому. Допущены негрубые ошибки.	негрубыми ошибками. Выполнены все задания.	задач и выше.

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка	Уровень подготовки
Зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно».
Не зачтено	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно» и ниже.

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

5.2.1. Контрольные вопросы

Вопросы	Код формируемой компетенции
1. Метод Кольского. Основные соотношения.	УК-6, ОПК-3
2. Дисперсия волн в стержневых системах	ОПК-1
3. Предположения, лежащие в основе метода РСГ.	ОПК-1
4. Варианты метода Кольского для испытания материалов в различных условиях динамического нагружения	УК-6, ОПК-3
5. Основные соотношения на разрыве. Ударная адиабата.	ОПК-1
6. Метод определения скорости ударной волны с использованием электроконтактных датчиков.	УК-6, ОПК-3
7. Применение пьезоэлектрических датчиков давления в плосковолновых экспериментах.	УК-6, ОПК-3
8. Диэлектрический датчик давления.	ОПК-3
9. Определение напряжений в плоских волнах нагрузки манганиновым датчиком.	ОПК-3
10. ПВДФ датчики для измерения импульсных давлений.	ПК-1, ОПК-3
11. Устройства для создания импульсных нагрузок.	УК-6, ОПК-3
12. Явление откола. Методы определения откольной прочности.	УК-6, ОПК-3
13. Эффект Доплера - физическая основа интерферометрических методов измерения скорости свободной поверхности	ОПК-1
14. Интерферометр Майкельсона. Интерферометр PDV как дальнейшее его развитие.	УК-6, ОПК-3
15. Дифференциальные интерферометры.	ОПК-3
16. Емкостной метод.	ОПК-3, ОПК-6
17. Электроконтактный метод.	ОПК-3, ОПК-6
18. Обработка экспериментальной информации в среде Labview. Понятие о виртуальных приборах.	УК-6, ОПК-6

Вопросы	Код формируемой компетенции
19. Радиоинтерферометрический метод измерения перемещения	ОПК-3, ОПК-6

5.2.2. Типовые тестовые задания для оценки сформированности компетенции

5.2.3. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции

5.2.4. Темы курсовых работ, эссе, рефератов

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Зельдович Я.Б., Райзер Ю.П. Физика ударных волн и высокотемпературных гидродинамических явлений. М.:Физматгиз,2008. (3 экз.)

<http://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=634854&idb=0>

<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922109383.html>

2. Баллистические установки и их применение в экспериментальных исследованиях. Под ред. Златина Н.А. и Мишина Г.И. М.: "Наука", 1974 <https://www.libex.ru/detail/book453345.html>
3. Брагов А.М., Ломунов А.К. Использование метода Кольского для исследования процессов высокоскоростного деформирования материалов различной физической природы. Издательство Нижегородского государственного университета им. Н.И.Лобачевского, 2017. - 148 с.

<http://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=498772&idb=0>

б) дополнительная литература:

1. Кольский Г. Волны напряжений в твердых телах. М.: Издательство иностранной литературы, 1955.
2. Дэйвис Р. Волны напряжений в твердых телах. М.: Издательство иностранной литературы, 1961.
3. Калитеевский Н. И. Волновая оптика / - 5-е изд. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 480 с. <http://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=799568&idb=0>
4. Н.И.Калитеевский Волновая оптика. 3 изд. М.:Высшая школа, 1995 (6 ЭКЗ.)

<http://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=799568&idb=0>

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

(в соответствии с содержанием дисциплины)

Среда программирования LabView (trial версия (30 дней)) www.ni.com

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения для проведения лекционных занятий, предусмотренных программой, представляют собой учебные аудитории, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

Для демонстраций при проведении лабораторных работ используется следующее оборудование:

1. Экспериментальные установки, реализующие различные варианты метода Кольского.
2. Экспериментальная установка, реализующая метод исследования ударной сжимаемости вещества в плоских волнах нагрузки.
3. Методика исследования откольной прочности материалов при выходе ударной волны на свободную поверхность тела.
4. Методика исследования процессов ударного взаимодействия с использованием высокоскоростной киносъёмки.
5. Методика мерного стержня для определения интегральных сил сопротивления, действующих на проникающее в преграду тело в обращённом эксперименте.
6. Ультразвуковой дефектоскоп Masterscan 380

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 по направлению 01.04.03 Механика и математическое моделирование.

Автор Баландин В.В.

Рецензент(ы)

Заведующий кафедрой ТКиЭМ, профессор Игумнов Л.А.

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики
от 30.11.2022 года, протокол № 3.