

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Саровский физико-технический институт -
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет
«МИФИ»

(СарФТИ НИЯУ МИФИ)
Факультет информационных технологий и электроники
Кафедра общетехнических дисциплин и электроники

УТВЕРЖДАЮ
Декан ФИТиЭ
_____/Холушкин В.С.
« ____ » _____ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ДИНАМИКИ И ПРОЧНОСТИ

Направление подготовки	01.06.01 Математика и механика
Профиль подготовки	01.02.06 Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры
Квалификация (степень) выпускника	исследователь, преподаватель-исследователь
Форма обучения	очная

РАССМОТРЕНО:
на заседании кафедры ОТДиЭ
Протокол № _____ от _____
Зав.кафедрой _____

Курс	Трудоем- кость., ЗЕТ.	Общи й объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	Самост. работа аспир. час.	Форма(ы) итог. Контроля, экз./зач./ КР/КП
3	3	108	18	36	0	54	экзамен
Итого	3	108	18	36	0	54	

АННОТАЦИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Содержанием учебной дисциплины «Экспериментальные методы исследований динамики и прочности» являются углубленное изложение как базовых подходов к испытаниям механических свойств материалов, так и специальных экспериментальных методов изучения динамических и ударно-волновых свойств конструкционных материалов.

Курс является неотъемлемой частью подготовки кандидата наук по специальности 01.02.06 «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры».

Рассматриваются основные методы определения динамических характеристик материалов, включая ударно-волновые характеристики. Излагаются теоретические основы каждого экспериментального метода и технические решения, на которых строится техника проведения современного динамического эксперимента.

При изучении дисциплины требуется широкое использование дополнительной литературы, а также основной образовательной программы послевузовского профессионального образования. Учебная дисциплина преподается в форме лекций, семинаров и индивидуальной самостоятельной работы. По программе курса для самостоятельной работы подготовлены задачи разного уровня сложности. Основное время затрачивается на самостоятельную работу при непосредственном участии научного руководителя.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель данной дисциплины – представить на глубоком уровне современные методы экспериментальной механики для изучения динамических характеристик конструкционных материалов, обучить студентов методам исследования свойств материалов при динамических нагрузках.

К основным задачам относятся:

1. представление физических основ экспериментальных методов исследования;
2. представление системного подхода к определению свойств ударно сжатых, а также статически и динамически нагруженных материалов;
3. описание современных методов создания динамических нагрузок;
4. закономерности изменения прочности материалов при статических и динамических нагрузках;
5. совместимость одновременного применения методов исследования.

2 МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Данная дисциплина относится к основной части цикла обучения – дисциплинам специализации.

Логически и содержательно–методически дисциплина является частью заключительной специализации, являющейся неотъемлемой частью знаний физика -

экспериментатора в области экспериментального изучения динамических и ударно-волновых характеристик материалов.

«Входными» знаниями являются знания теории упругости, теории пластичности, сопротивления материалов, механики разрушения.

Освоение данной дисциплины необходимо для подготовки и сдачи кандидатского экзамена по специальности 01.02.06. «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры»

3 КОМПЕТЕНЦИИ АСПИРАНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ/ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ АСПИРАНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

УК-1 - способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях

УК-2 - способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки

УК-3 - готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач

УК-4 - готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках

УК-5 - способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития

ОПК-1 - способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий

ОСПК-4 - способность использовать профессиональные информационные ресурсы, включая базы данных научного цитирования Elibrary, Web of Science, Scopus, при планировании и оформлении результатов научных исследований

ПК-1 – способность самостоятельно осваивать, создавать и использовать новые математические понятия, гипотезы, теоремы, физико-математические модели и численные алгоритмы и программы, в том числе для исследований в физических и других естественных науках

ПК-2 – способность самостоятельно применять математический инструментальный дифференциальных уравнений и уравнений математической физики

Знать:

- терминологию, понятия дисциплины, место дисциплины в механике твердого тела и моделировании поведения материалов;
- особенности строения конструкционных металлов и неметаллических материалов, зависимость свойств конструкционных материалов от строения и состава;
- методики исследования свойств веществ при динамических и ударно-волновых нагрузках, требования, предъявляемые к постановке экспериментов;

- физическую сущность явлений, происходящих в материалах в условиях внешних статических и динамических воздействий.

Уметь:

- определять механические свойства конструкционных материалов; правильно оценивать изменения механических свойств материалов при воздействии различных нагрузок, включая ударно-волновые;
- выполнять расчетно-экспериментальные работы в области прикладной механики;
- применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования.

Владеть:

- знаниями методик проведения экспериментов по исследованию статических и динамических свойств материалов;
- навыками составлять описание выполненных экспериментальных и расчетных работ, разрабатываемых проектов, обрабатывать и анализировать полученные результаты;
- способностью составления отчетов и презентаций, написания докладов, статей и другой научно-технической документации.

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции, час.	Практ. занятия/ семинары, час.	Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**
1	Раздел 1	1-8	9	18	3	Т-8	КИ, 8	25
2	Раздел 2	9-15	9	18	2	ДЗ-12	КИ, 15	25
	<i>Итого за семестр</i>		18	36	5		Экз.	50

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

КИ - контроль по итогам раздела, Т – текущий контроль, ДЗ – дом. задание

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Содержание / Темы занятий	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
1	Лекция 1. Анизотропия. Типы связей в кристаллах. Дефекты кристаллов. Влияние дефектов на механические свойства материалов. Объекты испытаний. Требования к образцам, их классификация.	2		
2	Лекция 2. Механические свойства материалов. Диаграммы деформирования. Растяжение, сжатие. Упругие и пластические свойства. Стенды для испытаний статических механических свойств.	2	6	
3	Лекция 3. Динамические испытания. Стержни Гопкинсона. Метод Кольского. Методика исследования эффекта Баушингера. Тензометрические методы измерения деформации.	2	8	
4	Лекция 4. Динамические испытания. Методики исследования трещиностойкости, локализованного сдвига.	2	6	
5	Лекция 5. Исследование динамических механических свойств при различных температурах. Оптические методы измерения деформаций и перемещений; методы неразрушающего контроля.	2	6	
6-7	Лекции 6, 7. Методики изучения динамического двухосного растяжения материалов на трубчатых и полусферических образцах.	4	6	
8-9	Лекция 8, 9. Ударное сжатие сплошных веществ. Законы сохранения для ударных волн. Ударная адиабата. Экспериментальные методы определения ударной адиабаты. Методы откола, торможения и отражения.	4	4	
Итого за 3 курс		18	36	

ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ / ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Недели	Содержание / Темы занятий
	3 курс
2	Занятие 1. Методы изучения статических механических свойств материалов
	Занятие 2. Практическое проведение испытаний на стенде Shimadzu для определения статических механических характеристик.
	Занятие 3. Обработка экспериментальных данных определения статических механических характеристик.
	Занятие 4. Разброс экспериментальных данных, ошибки.
3	Занятие 5. Практическое проведение испытаний на стенде составных стержней Гопкинсона для определения динамических механических характеристик.
4	Обработка экспериментальных данных определения динамических механических характеристик.
5	Экспериментальные методы определения ударной адиабаты
6	Метод откола
7	Метод торможения и отражения
8	Практическое проведение испытаний на стенде БУТ-76 для определения ударно-волновых характеристик.
9	Обработка экспериментальных данных определения ударно-волновых характеристик.

5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В процессе освоения курса помимо лекций используются:

- устный опрос (УО);
- практические занятия;
- оперативное решение студентами качественных задач по ходу лекции с последующим обсуждением;
- домашнее задание, охватывающее основные разделы курса.

Практикум предусматривает самостоятельную внеаудиторную работу – обработку полученных экспериментальных данных, их анализ и интерпретацию.

6 ТРЕБОВАНИЯ К ФОНДУ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ (ФОС) В РАМКАХ РЕАЛИЗУЕМОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Для контроля усвоения аспирантом разделов данного курса и приема домашнего задания проводится устный опрос, а также контроль выполнения практических занятий.

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

а) ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. В.С. Золоторевский. Механические свойства металлов. М.: Металлургия, 1983. 350 с.
2. Л.П. Орленко, Поведение материалов при интенсивных динамических нагрузках М., «Машиностроение», 1969.
3. В.М. Бельский, В.А. Пушков. Методы исследования ударно-волновых и динамических свойств материалов. Учебное пособие по курсу «Экспериментальная механика». ИПК ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2014, 161с.
4. Измерение электрических и неэлектрических величин. Учебное пособие для вузов/ Н.Н. Евтихий, Я.А. Купершмидт, В.Ф. Папуловский и др. Под общ. ред. Н.Н. Евтихьева.- М. Энергоатомиздат. 1990-352с.
5. Методы и средства измерений: учебник для вузов/ Г.Г. Раннев, А.П. Тарасенко.-3-е изд., стер.-М.: Изд. центр «Академия», 2006.-336с.
6. Кобылкин И.Ф Селиванов В.В., Соловьев В.С., Сысоев Н.Н., Ударные и детонационные волны .Методы исследования. 2-е изд. перераб. и доп. М. ФИЗМАИЛИТ. 2004
7. Поведение веществ под действием сильных ударных волн. Сборник научных статей под редакцией Р.Ф. Трунина, том 4. ФГУП РФЯЦ-ВНИИЭФ, Саров. 2007г.

б) ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА (в т.ч. научные публикации и издания):

1. Альтшулер Л.В., Крупников К.К., Бражник М.И. Динамическая сжимаемость металлов при давлениях от четырехсот до четырех миллионов атмосфер. ЖЭТФ, 1958, т.34, вып.4, с. 886-893.
2. Зельдович Я.Б., Райзер Ю.П. Физика ударных волн и высокотемпературных гидродинамических явлений. М. Госиздат. физ.мат. литературы. 1963, 632 с.
3. Труды РФЯЦ-ВНИИЭФ. Научно-исследовательское издание под редакцией академика Р.И. Ильяева, Вып. 19. ФГУП РФЯЦ-ВНИИЭФ, Саров. 2014г.

в) ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

1. www.ispms.ru
2. www.dymat.org
3. www.ispms.ru
4. www.Sibran/journals/FGV
5. <http://proceedings.aip.org>

**8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ
ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Лабораторное оборудование СаpФТИ:

- вертикальный копер;
- испытательная машина статических нагрузок Shimadzu;
- металлографический комплекс изучения микроструктуры материалов.

2. Оборудование ИФВ РФЯЦ-ВНИИЭФ:

- вертикальный копер;
- пневматическая пушка со стреляющими Гопкинсона;
- баллистическая установка БУТ-76;
- лазерный интерферометр Фабри-Перо
- измерительно-вычислительный комплексы (тензодатчики, электроконтактные датчики, емкостной датчик, манганиновый датчик;
- ПВДФ-датчик давления.

3. Учебно-исследовательская лаборатория «Исследование поведения веществ при ударно-волновых нагрузках» на базе СаФТИ:

- электродинамическая установка ЭДУ-3;
- импульсный генератор рентгеновского излучения:

Программа составлена в соответствии с требованиями СОС НИЯУ МИФИ по направлению подготовки 01.02.06. «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры».

Составитель рабочей программы профессор
кафедры ТиЭМ СаpФТИ

Пушков Виктор Алексеевич, д.т.н, доцент


«29» 05 2015г