Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА СУПЕРКОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

ОДОБРЕНО УМС ЛАПЛАЗ

Протокол № 01/08-577

от 28.08.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА

Направление подготовки (специальность) [1] 03.03.01 Прикладные математика и физика

Семестр	**Трудоемкость, кред.**	**Общий объем курса, час.**	**Лекции, час.**	**Практич. занятия, час.**	**Лаборат. работы, час.**	**В форме практической подготовки, час.**	**СРС, час.**	**КСР, час.**	**Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП**
8	3	108	22	22	0		28	0	Э
Итого	3	108	22	22	0	0	28	0	

АННОТАЦИЯ

В курсе излагаются основные понятия и методы теории упруго деформируемого твердого тела, рассматриваются наиболее важные задачи и закономерности. Наряду с традиционными разделами, обсуждаются вопросы, представляющие интерес для физических приложений – упругие волны, термодинамика деформирования, деформации при наличии дислокаций. Цель курса – познакомить студентов с основными уравнениями теории упругости, методами их решения и наиболее важными результатами.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В курсе излагаются основные понятия и методы теории упруго деформируемого твердого тела, рассматриваются наиболее важные задачи и закономерности. Наряду с традиционными разделами, обсуждаются вопросы, представляющие интерес для физических приложений – упругие волны, термодинамика деформирования, деформации при наличии дислокаций. Цель курса – познакомить студентов с основными уравнениями теории упругости, методами их решения и наиболее важными результатами.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у обучающихся в результате освоения дисциплин ООП подготовки бакалавра по направлению 03.03.01 «Прикладные математика и физика»:

Математика: обыкновенные дифференциальные уравнения; Математика: математический анализ; Математика: теория функций комплексного переменного; Математика: векторный и тензорный анализ; Физика: механика, молекулярная физика и основы статистической термодинамики; Уравнения математической физики; Гидро- и газодинамика, Теоретическая физика: Статистическая физика.

Успешное освоение данной дисциплины необходимо для понимания разделов дисциплины по программе «Суперкомпьютерные технологии в инженерно-физическом моделировании» при построении математических моделей и их исследования при изучении физических процессов динамики сплошных сред, а также для успешного освоения дисциплин

Учебно-исследовательская работа;

Научно-исследовательская работа;

Производственная (в том числе преддипломная) практика.

Знания материалов по этой дисциплине необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы, а также при практической работе выпускников по специальности.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	**Код и наименование индикатора достижения компетенции**

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	**Объект или область знания**	**Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)**	**Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции**
научно-исследовательский			
изучение и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования, сбор и обработка научной и аналитической информации с использованием современных программ, средств и методов вычислительной математики, компьютерных и информационных технологий	модели, методы и средства фундаментальных и прикладных исследований и разработок в области суперкомпьютерного моделирования инженерно-физических процессов в науке, технике, технологиях, а также в сферах наукоемкого производства	ПК-1 [1] - Способен проводить сбор, анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования *Основание:* Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-1[1] - Знать способы сбора, анализа научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования. ; У-ПК-1[1] - Уметь синтезировать и анализировать научно-техническую информацию по тематике исследования. ; В-ПК-1[1] - Владеть навыками сбора, синтеза и анализа научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования.
выбор методов и подходов к решению поставленной научной проблемы, формулировка математической модели явления, аналитические и численные расчеты	модели, методы и средства фундаментальных и прикладных исследований и разработок в области суперкомпьютерного моделирования инженерно-физических процессов в науке, технике, технологиях, а также в сферах наукоемкого производства	ПК-2 [1] - Способен выбирать и применять необходимое оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области *Основание:* Профессиональный стандарт: 25.035, 40.011	З-ПК-2[1] - Знать современное оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области. ; У-ПК-2[1] - Уметь критически оценивать, выбирать оборудования, инструментов и методов исследований в

			избранной предметной области ; В-ПК-2[1] - Владеть навыками выбора и применения оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области.
участие в проведении наблюдений и измерений, выполнении эксперимента и обработке данных с использованием современных компьютерных технологий; участие в обобщении полученных данных, формировании выводов, в подготовке научных и аналитических отчетов, публикаций и презентаций результатов научных и аналитических исследований	модели, методы и средства фундаментальных и прикладных исследований и разработок в области суперкомпьютерного моделирования инженерно-физических процессов в науке, технике, технологиях, а также в сферах наукоемкого производства	ПК-4 [1] - Способен критически оценивать применяемые методики и методы исследования *Основание:* Профессиональный стандарт: 25.049, 40.008, 40.011	З-ПК-4[1] - Знать основные методики и методы исследования в сфере своей профессиональной деятельности ; У-ПК-4[1] - Уметь анализировать и критически оценивать применяемые методики и методы исследования.; В-ПК-4[1] - Владеть навыками выбора и критической оценки применяемых методик и методов исследования в сфере своей профессиональной деятельности

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	**Задачи воспитания (код)**
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (В17)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства (В20)

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практ. (семинары)/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	8 Семестр						
1	Первый раздел	1-6	12/12/0		25	ДЗ-6	З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4
2	Второй раздел	7-12	10/10/0		25	ДЗ-12	З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4
	Итого за 8 Семестр		22/22/0		50		
	Контрольные мероприятия за 8 Семестр				50	Э	З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4

* – 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:

Обозначение	Полное наименование
ДЗ	Домашнее задание
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек.,	Пр./сем.,	Лаб.,

		час.	час.	час.
	8 Семестр	22	22	0
1-6	**Первый раздел**	12	12	0
1	**Основные понятия теории упругости.** Основные понятия теории упругости. Тензор деформации. Тензор напряжений. Уравнение равновесия деформированного тела.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
2	**Закон Гука.** Работа внутренних напряжений при деформации. Свободная энергия деформированного тела. Закон Гука.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
3	**Уравнение равновесия изотропного тела.** Уравнение равновесия изотропного тела. Примеры.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
4	**Плоские задачи теории упругости.** Плоские задачи теории упругости. Функция напряжений Эри. Уравнения и граничные условия для функции Эри. Формула Гурса.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
5	**Всестороннее и одноосное растяжение плоскости с вырезом.** Всестороннее и одноосное растяжение плоскости с круговым и эллиптическим вырезом. Концентрация напряжений.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
6	**Упругие волны в изотропной среде.** Упругие волны в изотропной среде. Уравнения движения. Продольные и поперечные волны. Отражение и преломление упругой волны на границе раздела сред.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
7-12	**Второй раздел**	10	10	0
7	**Поверхностные волны.** Поверхностные волны. Дисперсионное уравнение для волны Рэлея.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
8	**Упругие свойства кристаллов.** Упругие свойства кристаллов. Свободная энергия. Дисперсионное уравнение для монохроматических упругих волн. Пример кубического кристалла.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
9	**Равновесие стержней и пластинок. Энергия изогнутой тонкой пластины.** Равновесие стержней и пластинок. Энергия изогнутой тонкой пластины.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
10	**Кручение стержней.** Кручение стержней. Свободная энергия деформированного стержня. Крутильная жесткость. Волны изгиба в тонкой пластине. Крутильные колебания стержней.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
11	**Температурные эффекты при деформации.** Температурные эффекты при деформации. Связь между изотермическими и адиабатическими значениями упругих модулей. Уравнение теплопроводности.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
12	**Упругие деформации при наличии дислокаций.**	Всего аудиторных часов		

	Упругие деформации при наличии дислокаций. Вектор Бюргерса. Тензор дисторсии. Уравнение равновесия. Деформация, вызванная дислокацией. Дислокация в поле напряжений. Сила, действующая на дислокацию. Взаимодействие дислокаций	1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	**Полное наименование**
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В курсе используются традиционные образовательные технологии: лекции, семинарские занятия с разбором задач и примеров, текущие домашние задания и большие домашние задания.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	**Индикаторы освоения**	**Аттестационное мероприятие (КП 1)**
ПК-1	З-ПК-1	Э, ДЗ-6, ДЗ-12
	У-ПК-1	Э, ДЗ-6, ДЗ-12
	В-ПК-1	Э, ДЗ-6, ДЗ-12
ПК-2	З-ПК-2	Э, ДЗ-6, ДЗ-12
	У-ПК-2	Э, ДЗ-6, ДЗ-12
	В-ПК-2	Э, ДЗ-6, ДЗ-12
ПК-4	З-ПК-4	Э, ДЗ-6, ДЗ-12
	У-ПК-4	Э, ДЗ-6, ДЗ-12
	В-ПК-4	Э, ДЗ-6, ДЗ-12

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

<table>
<tr><th>Сумма баллов</th><th>Оценка по 4-х балльной шкале</th><th>Отметка о зачете</th><th>Оценка ECTS</th></tr>
<tr><td>90-100</td><td>5 – «отлично»</td><td rowspan="7">«зачтено»</td><td>A</td></tr>
<tr><td>85-89</td><td rowspan="3">4 – «хорошо»</td><td>B</td></tr>
<tr><td>75-84</td><td>C</td></tr>
<tr><td>70-74</td><td rowspan="2">D</td></tr>
<tr><td>65-69</td><td rowspan="2">3 – «удовлетворительно»</td></tr>
<tr><td>60-64</td><td>E</td></tr>
<tr><td>ниже 60</td><td>2 – «неудовлетворительно»</td><td>«не зачтено»</td><td>F</td></tr>
</table>

Оценка «отлично» соответствует глубокому и прочному освоению материала программы обучающимся, который последовательно, четко и логически стройно излагает свои ответы, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответах материалы монографической литературы.

Оценка «хорошо» соответствует твердым знаниям материала обучающимся, который грамотно и, по существу, излагает свои ответы, не допуская существенных неточностей.

Оценка «удовлетворительно» соответствует базовому уровню освоения материала обучающимся, при котором освоен основной материал, но не усвоены его детали, в ответах присутствуют неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности.

Отметка «зачтено» соответствует, как минимум, базовому уровню освоения материала программы, при котором обучающийся владеет необходимыми знаниями, умениями и навыками, умеет применять теоретические положения для решения типовых практических задач.

Оценку «неудовлетворительно» / отметку «не зачтено» получает обучающийся, который не знает значительной части материала программы, допускает в ответах существенные ошибки, не выполнил все обязательные задания, предусмотренные программой. Как правило, такие обучающиеся не могут продолжить обучение без дополнительных занятий.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ Е 60 Механика сплошной среды: теория напряжений и основные модели : учебное пособие для вузов, Емельянов В. Н., Москва: Юрайт, 2022

2. ЭИ Ч-49 Механика сплошных сред : учебное пособие, Суетин П. Е., Черняк В. Г., Москва: Физматлит, 2006

3. ЭИ Т 33 Теоретическая физика Т. 7 Теория упругости, , : , 2007

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 531 С28 Механика сплошной среды Т.1 , , М.: Наука, 1994

2. 531 С28 Механика сплошной среды Т.2 , Седов Л.И., М.: Наука, 1994

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

https://online.mephi.ru/

http://library.mephi.ru/

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Изучение разделов дисциплины, выполнение практических заданий, подготовка к контрольным мероприятиям включает в себя две части: теоретическую и прикладную – непосредственное решение задачи.

Теоретическая часть предполагает проработку разделов курса, относящихся к практической работе. Необходимо определить раздел курса выполняемой работы, уяснить вывод основных закономерностей и использовать их при решении задач, ознакомиться с решениями типовых задач, приведенных в рекомендуемой литературе. После этого следует приступать к решению задания.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

В ходе подготовки к практическим занятиям необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи

из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой. Подготовить тезисы для выступлений по всем учебным вопросам, выносимым на практическое занятие.

Своевременное и качественное выполнение самостоятельной работы базируется на соблюдении настоящих рекомендаций и изучении рекомендованной литературы. Студентам рекомендуется получить в Библиотечно-информационном центре университета учебную литературу по дисциплине, необходимую для эффективной работы на всех видах аудиторных занятий, а также для самостоятельной работы по изучению дисциплины. Студент может дополнить список использованной литературы современными источниками, не представленными в списке рекомендованной литературы, и в дальнейшем использовать собственные подготовленные учебные материалы при написании курсовых и дипломных работ.

В процессе подготовки к занятиям рекомендуется взаимное обсуждение материала, во время которого закрепляются знания, а также приобретается практика в изложении и разъяснении полученных знаний, развивается речь.

При необходимости следует обращаться за консультацией к преподавателю. Идя на консультацию, необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения.

Успешное освоение курса предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

На протяжении занятия полезно поддерживать интерактивность между лектором и студентами в виде вопросов в аудиторию. Важно задавать вопросы на знание материала из прошедших лекций или других курсов по мере обращения к нему или, по крайней мере, проговаривать их связь. Этим самым студенты могут почувствовать связь между различными навыками и их востребованность. Также важно постоянно задавать вопросы, озадачивающие студентов поднимаемой проблемой в рамках обсуждаемой темы (даже если она совсем частного характера), стимулируя внимание и творческое участие студента в ходе рассуждений лектора.

Важно разъяснять происхождение вводимых терминов. Особенно это важно в случаях, когда прямое толкование неуместно или устарело.

Автор(ы):

Коломийцев Георгий Васильевич