

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Кафедра вычислительной и экспериментальной механики

Авторы-составители: **Свистков Александр Львович
Терпугов Виктор Николаевич**

Рабочая программа дисциплины

МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА

Код УМК 89579

Утверждено
Протокол №6
от «16» июня 2020 г.

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Механика деформируемого твердого тела

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в Блок « Блок1.А.00 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **01.06.01** Математика и механика
направленность Вычислительная гидродинамика

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Механика деформируемого твердого тела** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

01.06.01 Математика и механика (направленность : Вычислительная гидродинамика)

ПК.1 Владеет фундаментальными знаниями в области математики и механики в объеме, достаточном для решения научно-исследовательских задач

Индикаторы

ПК.1.2 Способен строить и исследовать математические модели в области механики деформируемого твердого тела; проводить анализ полученных моделей с использованием компьютерных технологий

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	01.06.01 Математика и механика (направленность: Вычислительная гидродинамика)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	7
Объем дисциплины (з.е.)	4
Объем дисциплины (ак.час.)	144
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	48
Проведение лекционных занятий	24
Проведение практических занятий, семинаров	24
Самостоятельная работа (ак.час.)	96
Формы промежуточной аттестации	Экзамен (7 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Механика деформируемого твердого тела

Для расчетов термомеханического поведения изделий из современных материалов в САЕ-пакетах вычислительного моделирования от выпускников аспирантуры требуется умение ориентироваться в сложных нелинейных моделях современной механики и термодинамики деформируемых сред. Использование новых технологий изготовления материалов, применение материалов с новой организацией структуры и новыми свойствами компонентов требует разработки новых определяющих уравнений деформируемой среды. Всем этим должны владеть выпускники аспирантуры, специалисты в области механики деформируемых сред. Данный курс дает необходимые знания и нацелен на выработку умения использовать их при решении задач.

Основы тензорной алгебры в операторной школе тензорного исчисления и часто применяемые тождества, при осуществлении выкладок в термодинамике деформируемых сред
Рассматриваются основы тензорной алгебры в операторной школе тензорного исчисления, а также часто применяемые при осуществлении выкладок в термодинамике деформируемых сред тождества,

Основы тензорного анализа в операторной школе тензорного исчисления и часто применяемые тождества при осуществлении выкладок в термодинамике деформируемых сред
Рассматриваются основы тензорного анализа в операторной школе тензорного исчисления и часто применяемые тождества при осуществлении выкладок в термодинамике деформируемых сред.

Первое начало термодинамики. Получение следствий из условия инвариантности его формулировки к преобразованиям Галилея.
Обсуждается первое начало термодинамики и получение следствий из условия инвариантности его формулировки к преобразованиям Галилея.

Второе начало термодинамики. Вывод термодинамического неравенства.
Приводится второе начало термодинамики и выводится термодинамическое неравенство.

Термодинамика упругих сред. Механически несжимаемые упругие среды.
Обсуждается термодинамика упругих сред и механически несжимаемые упругие среды.

Термодинамика упругих сред с релаксирующим потоком тепла
Обсуждается термодинамика упругих сред с релаксирующим потоком тепла.

Термодинамика вязкоупругих материалов.
Обсуждается термодинамика вязкоупругих материалов.

Термодинамика пластически деформируемых сред.
Обсуждается термодинамика пластически деформируемых сред.

Статистическая механика.
Обсуждается статистическая механика.

Итоговое контрольное занятие.
Подводится итог обучения по учебному курсу и проводится контрольное занятие (тест).

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Трусделл К. Первоначальный курс рациональной механики сплошных сред: Перевод с английского/К. Трусделл ; transl.: Р. В. Гольдштейн, В. М. Ентов ; ред.: П. А. Жилин, А. И. Лурье.-Москва:Мир,1975.-592.
2. Свистков А. Л. Термодинамика сплошной среды. Операторная школа тензорного исчисления: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров «Механика и математическое моделирование»/А. Л. Свистков.-Пермь:ПГНИУ,2021, ISBN 978-5-7944-3636-5.-88.
<https://elis.psu.ru/node/642495>

Дополнительная:

1. Термодинамика необратимых процессов и нелинейная динамика : учебное пособие для вузов / Э. М. Кольцова, Л. С. Гордеев, Ю. Д. Третьяков, А. А. Вертегел. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 430 с. — (Авторский учебник). — ISBN 978-5-534-06923-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/420456>
2. Термодинамика и кинетика фазовых переходов:Сб.науч.тр./Рос.АН,Урал.отделение.-Екатеринбург:Наука,1992, ISBN 5-7691-0195-4.-182.

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://www.psu.ru/elektronnye-resursy-dlya-psu> Электронные ресурсы для ПГНИУ

<http://window.edu.ru/> Единое окно доступа к образовательным ресурсам

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Механика деформируемого твердого тела** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем: Для лекционных занятий требуется аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Механика деформируемого твердого тела**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.
Индикаторы и критерии их оценивания**

ПК.1

Владеет фундаментальными знаниями в области математики и механики в объеме, достаточном для решения научно-исследовательских задач

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.1.2 Способен строить и исследовать математические модели в области механики деформируемого твердого тела; проводить анализ полученных моделей с использованием компьютерных технологий</p>	<p>Знать основы механики деформируемого твердого тела, тензорной алгебры и тензорного анализа в операторной школе тензорного исчисления. Уметь строить и исследовать математические модели в области механики деформируемого твердого тела. Владеть навыками использования современных пакетов прикладных программ и компьютерных технологий для анализа полученных моделей</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не владеет и не понимает основ тензорной алгебры и тензорного анализа в операторной школе тензорного исчисления и часто применяемые тождества, при осуществлении выкладок в термодинамике деформируемых сред</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Слабо владеет и недостаточно хорошо понимает основы тензорной алгебры и тензорного анализа в операторной школе тензорного исчисления и часто применяемые тождества, при осуществлении выкладок в термодинамике деформируемых сред</p> <p align="center">Хорошо</p> <p>Владеет с недочетами и с некоторыми ошибками понимает основы тензорной алгебры и тензорного анализа в операторной школе тензорного исчисления и часто применяемые тождества, при осуществлении выкладок в термодинамике деформируемых сред</p> <p align="center">Отлично</p> <p>Достаточно владеет и хорошо понимает основы тензорной алгебры и тензорного анализа в операторной школе тензорного исчисления и часто применяемые тождества, при осуществлении выкладок в термодинамике деформируемых сред</p>

Оценочные средства

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Защищаемое контрольное мероприятие

**Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации :
время отводимое на доклад 1**

Показатели оценивания

Не владеет и не понимает основ тензорной алгебры и тензорного анализа в операторной школе тензорного исчисления и часто применяемые тождества, при осуществлении выкладок в термодинамике деформируемых сред	Неудовлетворител
Слабо владеет и недостаточно хорошо понимает основы тензорной алгебры и тензорного анализа в операторной школе тензорного исчисления и часто применяемые тождества, при осуществлении выкладок в термодинамике деформируемых сред	Удовлетворительн
Владеет с недочетами и с некоторыми ошибками понимает основы тензорной алгебры и тензорного анализа в операторной школе тензорного исчисления и часто применяемые тождества, при осуществлении выкладок в термодинамике деформируемых сред	Хорошо
Достаточно владеет и хорошо понимает основы тензорной алгебры и тензорного анализа в операторной школе тензорного исчисления и часто применяемые тождества, при осуществлении выкладок в термодинамике деформируемых сред	Отлично

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

1. Основы тензорной алгебры в операторной школе тензорного исчисления
2. Тождества, часто применяемые при осуществлении выкладок в термодинамике деформируемых сред
3. Основы тензорного анализа в операторной школе тензорного исчисления
4. Часто применяемые тождества при осуществлении выкладок в термодинамике деформируемых сред
5. Первое начало термодинамики. Получение следствий из условия инвариантности его формулировки к преобразованиям Галилея
6. Второе начало термодинамики
7. Вывод термодинамического неравенства
8. Термодинамика упругих сред
9. Механически несжимаемые упругие среды
10. Термодинамика упругих сред с релаксирующим потоком тепла
11. Термодинамика вязкоупругих материалов
12. Термодинамика пластически деформируемых сред
13. Статистическая механика