

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Кафедра вычислительной и экспериментальной механики

Авторы-составители: **Скачков Андрей Павлович**
Терпугов Виктор Николаевич

Рабочая программа дисциплины
**ПОСТАНОВКИ И МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МЕХАНИКИ
ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА**
Код УМК 95997

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

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Постановки и методы решения задач механики деформируемого твердого тела

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « М.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **01.04.03** Механика и математическое моделирование
направленность Фундаментальная и прикладная механика

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Постановки и методы решения задач механики деформируемого твердого тела** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

01.04.03 Механика и математическое моделирование (направленность : Фундаментальная и прикладная механика)

ОПК.1 Способен находить, формулировать и решать актуальные проблемы механики и математики

Индикаторы

ОПК.1.1 Определяет и формулирует задачу, пользуется языком предметной области

ОПК.1.2 Выбирает метод решения поставленной задачи, анализирует полученный результат

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	01.04.03 Механика и математическое моделирование (направленность: Фундаментальная и прикладная механика)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	1
Объем дисциплины (з.е.)	3
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	36
Проведение лекционных занятий	24
Проведение практических занятий, семинаров	12
Самостоятельная работа (ак.час.)	72
Формы текущего контроля	Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (1 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Постановки и методы решения задач механики деформируемого твердого тела

Рассматриваются современные методы решения задач механики деформируемого твердого тела. Основное внимание уделено математическим формулировкам постановки задач. Предлагаются различные методы решения таких задач.

Дифференциальные и вариационные постановки статических задач теории упругости и их конечно-элементные реализации.

Рассматриваются различные модели механического поведения сжимаемых и несжимаемых материалов. Для каждой разновидности предлагаются варианты формулировки физических соотношений и методы решения полученных уравнений.

Дифференциальные и вариационные постановки динамических задач теории упругости и их конечно-элементные реализации.

Построение разрешающих уравнений собственных колебаний систем с сосредоточенными и распределенными массами. Рассматриваются методы решения полученных уравнений и анализа полученных результатов.

Собственные колебания упругих тел.

Получение системы уравнений, описывающих вынужденные колебания различных конструкций оболочечного типа. Для классических типов оболочек проводится вывод уравнений для определения критических нагрузок при потере устойчивости.

Распространение волн в упругой среде.

Проводится построение системы разрешающих уравнений механики вязкоупругих материалов. Демонстрируется использование операторов Больцмана-Вольтерры. Рассматривается влияние переменной температуры на вязкоупругое поведение материалов. Демонстрируется необходимость рассмотрения связанных процессов механического деформирования и процессов теплопереноса. Рассматривается постановка квазистатических краевых задач линейной теории термовязкоупругости. Предлагается построение решений таких задач на основе принципа Вольтерры. Демонстрируется метод аппроксимаций Ильюшина.

Задачи электровязкоупругости для SMART-материалов: дифференциальные и вариационные постановки их и их конечно-элементные реализации.

Проводится построение системы разрешающих уравнений в дифференциальной форме. Рассматривается многообразие формулировок граничных условий. Предлагаются различные методы решения полученных уравнений. Оценивается влияние механических характеристик материалов на конечный результат.

Механика деформируемого твердого тела в задачах мониторинга инженерных и природных объектов.

Рассматриваются современные методы решения задач механики деформируемого твердого тела применительно к исследованию инженерных сооружений. Основное внимание уделено математическим формулировкам постановки таких задач. Демонстрируется важность правильных формулировок граничных и начальных условий. Рассматриваются методы решения.

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 аудиторные 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. Связанные проблемы МТДТ. учебное пособие : в 3 ч./Перм. гос. нац. исслед. ун-т ; [сост.: Л. А. Голотина и др.]. Ч. 2. Термомеханика полимерных материалов в условиях релаксационного перехода. - Пермь, 2012, ISBN 978-5-7944-1915-3.-1 <http://www.campus.psu.ru/library/node/36351>
2. Бегун, П. И. Прикладная механика : учебник / П. И. Бегун, О. П. Кормилицын. — 2-е изд. — Санкт-Петербург : Политехника, 2020. — 464 с. — ISBN 978-5-7325-1089-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/94831>

Дополнительная:

1. Зиомковский, В. М. Прикладная механика : учебное пособие для вузов / В. М. Зиомковский, И. В. Троицкий ; под научной редакцией В. И. Вешкурцева. — Москва : Издательство Юрайт, 2019 ; Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та. — 286 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-534-00196-9 (Издательство Юрайт). — ISBN 978-5-7996-1883-4 (Изд-во Урал. ун-та). — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/438147>

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 **Постановки и методы решения задач механики деформируемого твердого тела** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Необходимое лицензионное и (или) свободно распространяемое программное обеспечение:

- приложение позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов «Adobe Acrobat Reader DC»;
- офисный пакет приложений «LibreOffice», Alt Linux;

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

Для лекционных занятий требуется аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения практических занятий - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для групповых (индивидуальных) консультаций - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) и.или маркерной доской.

Для проведения текущего контроля - аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

Самостоятельная работа студентов: аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», с обеспеченным доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

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
Постановки и методы решения задач механики деформируемого твердого тела

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

ОПК.1

Способен находить, формулировать и решать актуальные проблемы механики и математики

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
ОПК.1.2 Выбирает метод решения поставленной задачи, анализирует полученный результат	В результате обучения студент должен знать методы решения прикладных задач МДТТ, уметь формулировать постановку предложенной задачи, владеть навыками решения поставленной задачи и анализа полученного результата.	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> Студент не знает методы решения прикладных задач МДТТ, не умеет формулировать постановку предложенной задачи, не владеет навыками решения поставленной задачи и анализа полученного результата. <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> Студент знает некоторые методы решения прикладных задач МДТТ, затрудняется формулировать постановку предложенной задачи, не уверенно владеет навыками решения поставленной задачи и анализа полученного результата. <p style="text-align: center;">Хорошо</p> Студент знает основные методы решения прикладных задач МДТТ, формулирует постановку предложенной задачи, может решать поставленной задачи, затрудняется анализировать полученный результата. <p style="text-align: center;">Отлично</p> Студент знает методы решения прикладных задач МДТТ, умеет формулировать постановку предложенной задачи, уверенно владеет навыками решения поставленной задачи и анализа полученного результата.
ОПК.1.1 Определяет и формулирует задачу, пользуется языком предметной области	В результате обучения студент должен знать основные формулировки классических задач МДТТ, владеть навыками использования терминологии предметной области.	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> Студент не владеет навыками использования терминологии предметной области, не знает формулировки классических задач МДТТ. <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> Студент неуверенно владеет навыками использования терминологии предметной области, знает некоторые формулировки классических задач МДТТ. <p style="text-align: center;">Хорошо</p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Студент владеет навыками использования терминологии предметной области, знает некоторые формулировки классических задач МДТТ.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Студент уверенно владеет навыками использования терминологии предметной области, знает основные формулировки классических задач МДТТ.</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Зачет

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ОПК.1.2 Выбирает метод решения поставленной задачи, анализирует полученный результат ОПК.1.1 Определяет и формулирует задачу, пользуется языком предметной области	Дифференциальные и вариационные постановки динамических задач теории упругости и их конечно-элементные реализации. Письменное контрольное мероприятие	Знание дифференциальных и вариационных постановок теории упругости и их конечно-элементные реализации.
ОПК.1.2 Выбирает метод решения поставленной задачи, анализирует полученный результат ОПК.1.1 Определяет и формулирует задачу, пользуется языком предметной области	Распространение волн в упругой среде. Письменное контрольное мероприятие	Умение решать предложенную задачу по теории свободных и вынужденных колебаний.
ОПК.1.2 Выбирает метод решения поставленной задачи, анализирует полученный результат ОПК.1.1 Определяет и формулирует задачу, пользуется языком предметной области	Механика деформируемого твердого тела в задачах мониторинга инженерных и природных объектов. Итоговое контрольное мероприятие	Проверка знаний, полученных в результате прохождения курса (тест).

Спецификация мероприятий текущего контроля

Дифференциальные и вариационных постановки динамических задач теории упругости и их конечно-элементные реализации.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Решение предложенной задачи и анализ полученного результата.	13
Математическая постановка предложенной задачи.	10
Выбор метода решения.	7

Распространение волн в упругой среде.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Решение поставленной задачи.	13
Анализ полученного результата.	10
Получение системы разрешающих уравнений для предложенной задачи.	7

Механика деформируемого твердого тела в задачах мониторинга инженерных и природных объектов.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Математическое моделирование предложенной задачи.	10
Анализ полученного результата.	10
Решение предложенной задачи.	10
Определение граничных условий.	10