

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Кафедра вычислительной и экспериментальной механики

Авторы-составители: **Терпугов Виктор Николаевич**

Рабочая программа дисциплины

МЕТОД КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ ЗАДАЧ ДИНАМИКИ

Код УМК 95996

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

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Метод конечных элементов для задач динамики

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 **Метод конечных элементов для задач динамики** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

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

ОПК.4 Способен использовать и создавать эффективные программные средства для решения задач механики

Индикаторы

ОПК.4.1 Разрабатывает и совершенствует программные средства для решения задач механики

ОПК.4.2 Использует современные пакеты прикладных программ при решении задач механики

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	2
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 (3)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (2 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Метод конечных элементов для задач динамики

Настоящий учебный курс знакомит будущих механиков-исследователей с применением методов математического и алгоритмического моделирования для компетентного использования как реализованных в САЕ-пакетах расчетных алгоритмов решения динамических задач, так и с принципами разработки новых алгоритмов для таких задач механики.

Статические и динамические задачи механики; стационарные и волновые постановки; основные характеристики волновых задач; типы динамических постановок задач линейной теории упругости и особенности волнового движения в упругой среде.

Обсуждаются статические и динамические задачи механики; стационарные и волновые постановки; основные характеристики волновых задач; типы динамических постановок задач линейной теории упругости и особенности волнового движения в упругой среде.

Исходная постановка задачи динамической теории упругости в дифференциальной (матрично-векторной форме записи) и операторной формах; анализ пространств функций, на которых определена задача. Вывод уравнения Ляме.

Обсуждаются исходная постановка задачи динамической теории упругости в дифференциальной (матрично-векторной форме записи) и операторной формах; анализ пространств функций, на которых определена задача. Вывод уравнения Ляме.

Построение различных вариационных постановок для уравнения Ляме: принцип возможных перемещений, принцип Гамильтона, функционал Лагранжа в свертках.

Обсуждается построение различных вариационных постановок для дифференциальной постановки динамической теории упругости (уравнения Ляме): принцип возможных перемещений, принцип Гамильтона, функционал Лагранжа в свертках.

Основные характеристики волновых задач и общая методика дискретизации динамических задач; требования к численному решению.

Обсуждаются основные характеристики волновых задач и общая методика дискретизации динамических задач; формулируются требования к численному решению и обсуждаются основные характеристики волновых задач при решении задачи численным методом.

Конечно-элементная (КЭ) технология дискретизация по пространственным переменным для принципа возможных перемещений и для функционала Лагранжа в свертках.

Обсуждается конечно-элементная технология дискретизация по пространственным переменным для принципа возможных перемещений и для функционала Лагранжа в свертках.

Метод разложения по собственным формам как способ решения КЭ динамической задачи: расчет частот и форм колебаний. Некоторые способы решения проблемы собственных значений в МКЭ.

Обсуждается метод разложения по собственным формам как способ решения конечно-элементной динамической задачи: расчет частот и форм колебаний. Некоторые способы решения проблемы собственных значений в МКЭ.

Общая методика дискретизации по времени; вывод основных критериев исследования на устойчивость и алгоритмическое затухание. Определение численной дисперсии алгоритма.

Обсуждается общая методика дискретизации по времени; вывод основных критериев исследования на устойчивость и алгоритмическое затухание. Определение численной дисперсии алгоритма.

КЭ технология построения пошаговых алгоритмов на основе КЭ уравнения движения в

свертках; построение алгоритма с квадратичной аппроксимацией по времени. Обсуждение свойств построенного алгоритма и способов его реализации на ЭВМ.

Обсуждается конечно-элементная технология построения пошаговых алгоритмов на основе конечно-элементного уравнения движения в свертках; приводится построение алгоритма с квадратичной аппроксимацией по времени. Обсуждаются свойства построенного алгоритма и способы его реализации на ЭВМ.

Обсуждение задачи программирования пошаговых конечно-элементных алгоритмов решения динамических задач.

Обсуждение задачи программирования пошаговых конечно-элементных алгоритмов решения динамических задач.

Некоторые методические замечания по решению динамических задач с помощью численных алгоритмов. Итоговое контрольное занятие (тест).

Формулируются некоторые методические замечания по решению динамических задач с помощью численных алгоритмов. Итоговое контрольное занятие

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. Теория упругости. Часть 2 : учебно-методическое пособие / И. В. Ледовской, В. В. Рошин, О. Б. Халецкая, Г. С. Шульман. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012. — 83 с. — ISBN 978-5-9227-0349-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/19045>
2. Терпугов В. Н., Лалин В. В. Конечно-элементные технологии построения расчетных алгоритмов для решения задач механики сплошных сред: методическое пособие / В. Н. Терпугов, В. В. Лалин. - Пермь, 2012, ISBN 978-5-7944-1916-0.-1. <http://www.campus.psu.ru/library/node/13978>
3. Метод конечных элементов: учеб. пособие для втузов / П. М. Варвак, И. М. Бузун, А. С. Городецкий ; ред. П. М. Варвак. - Киев: Вища школа, 1981. - 176. - Библиогр.: с. 175
4. Теория упругости. Часть 1. Учебно-методическое пособие. - Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012. Теория упругости. Часть 1 / Ледовской И. В.. - 2012. - 48, ISBN 978-5-9227-0344-4 <http://www.iprbookshop.ru/19044>

Дополнительная:

1. Басов, К. А. Графический интерфейс комплекса ANSYS / К. А. Басов. — 2-е изд. — Саратов : Профобразование, 2019. — 239 с. — ISBN 978-5-4488-0061-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/63587.html>
2. Терпугов В. Н., Вертгейм И. И. Современные численные методы механики деформируемого твердого тела. Основы технологии метода конечных элементов: учебно-методическое пособие / В. Н. Терпугов, И. И. Вертгейм. - Пермь, 2012, ISBN 978-5-7944-1909-2, 2-е изд..-1. <https://elis.psu.ru/node/189715>
3. Басов, К. А. ANSYS : справочник пользователя / К. А. Басов. — 2-е изд. — Саратов : Профобразование, 2019. — 640 с. — ISBN 978-5-4488-0064-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/63588.html>

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 **Метод конечных элементов для задач динамики** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

Образовательный процесс по дисциплине 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:

- установленный в ТК (ауд.201 2-го корпуса ПГНИУ) лицензионный пакет ANSYS.
- 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 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. Желательно проведение лекционных занятий в аудитории, где установлен лицензионный пакет ANSYS для демонстрации возможностей пакета (ауд.210 2-го корпуса ПГНИУ).

Для проведения лабораторных занятий, самостоятельной работы студентов (по записи) необходим компьютерный класс, где установлен лицензионный пакет ANSYS (ауд.210 2-го корпуса ПГНИУ). Состав оборудования определен в Паспорте компьютерного класса.

Для групповых (индивидуальных) консультаций необходима аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением,

меловой и/или маркерной доской, а также установлен лицензионный пакет ANSYS (ауд..210 2-го корпуса ПГНИУ).

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. Самостоятельная работа студентов может осуществляться по записи в компьютерном классе, где установлен лицензионный пакет ANSYS (ауд..210 2-го корпуса 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
Метод конечных элементов для задач динамики**

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

ОПК.4

Способен использовать и создавать эффективные программные средства для решения задач механики

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ОПК.4.2 Использует современные пакеты прикладных программ при решении задач механики</p>	<p>Знать: стационарные и волновые задачи механики; основные характеристики, типы постановок динамических задач; особенности волнового движения. Уметь: строить различные постановки для уравнения Ляме. Владеть: навыками решения динамических задач, анализа полученного решения и возможностью представления результатов</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Плохо понимает стационарные и волновые задачи механики; не знает основные характеристики динамических задач, типы динамических постановок задач линейной теории упругости и особенности волнового движения в упругой среде. Не умеет строить различные вариационные постановки для уравнения Ляме: принцип возможных перемещений, принцип Гамильтона, функционал Лагранжа в свертках.</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Недостаточно хорошо понимает стационарные и волновые задачи механики; с ошибками знает основные характеристики динамических задач, типы динамических постановок задач линейной теории упругости и особенности волнового движения в упругой среде. Плохо умеет строить различные вариационные постановки для уравнения Ляме: принцип возможных перемещений, принцип Гамильтона, функционал Лагранжа в свертках.</p> <p align="center">Хорошо</p> <p>Хорошо понимает стационарные и волновые задачи механики; с ошибками знает основные характеристики динамических задач, типы динамических постановок задач линейной теории упругости и особенности волнового движения в упругой среде. Умеет, возможно, с некоторыми ошибками, строить различные вариационные постановки для уравнения Ляме: принцип возможных перемещений, принцип Гамильтона, функционал Лагранжа в свертках.</p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Понимает стационарные и волновые задачи механики; знает основные характеристики динамических задач, типы динамических постановок задач линейной теории упругости и особенности волнового движения в упругой среде. Умеет, возможно, с некоторыми недочетами, строить различные вариационные постановки для уравнения Ляме: принцип возможных перемещений, принцип Гамильтона, функционал Лагранжа в свертках.</p>
<p>ОПК.4.1 Разрабатывает и совершенствует программные средства для решения задач механики</p>	<p>Знать: современные CAE-пакеты прикладных программ, основные возможности пакета ANSYS. Уметь: решать статические и динамические задачи механики деформируемого твердого тела. Владеть: навыками формирования программных файлов, анализа, обработки и представления полученных результатов</p>	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Плохо понимает стационарные и волновые задачи механики; не знает основные характеристики динамических задач, типы динамических постановок задач линейной теории упругости и особенности волнового движения в упругой среде. Не знает основные характеристики волновых задач и общую методику дискретизации динамических задач; требования к численному решению. Не ориентируется в современных CAE-пакетах прикладных программ</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>С грубыми ошибками формулирует стационарные и волновые задачи механики; плохо знает основные характеристики динамических задач, типы динамических постановок задач линейной теории упругости и особенности волнового движения в упругой среде. С ошибками знает основные характеристики волновых задач и общую методику дискретизации динамических задач; требования к численному решению. Знает основные возможности CAE-пакетов прикладных программ</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>В основном понимает стационарные и волновые задачи механики и знает основные характеристики динамических задач, типы динамических постановок задач линейной теории упругости и особенности волнового</p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>движения в упругой среде. С некоторыми ошибками знает основные характеристики волновых задач и общую методику дискретизации динамических задач; требования к численному решению. Применяет современные САЕ-пакеты прикладных программ для решения задач механики, допуская некоторые ошибки</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Понимает стационарные и волновые задачи механики; знает основные характеристики динамических задач, типы динамических постановок задач линейной теории упругости и особенности волнового движения в упругой среде. Знает основные характеристики волновых задач и общую методику дискретизации динамических задач; требования к численному решению. Применяет современные САЕ-пакеты прикладных программ для решения задач механики, может проанализировать и представить полученный результат</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 44 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 44 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ОПК.4.2 Использует современные пакеты прикладных программ при решении задач механики	Построение различных вариационных постановок для уравнения Ламе: принцип возможных перемещений, принцип Гамильтона, функционал Лагранжа в свертках. Письменное контрольное мероприятие	Умение использовать современные САЕ-пакеты прикладных программ, например, ANSYS, при решении статических и динамических задач механики деформируемого твердого тела.
ОПК.4.2 Использует современные пакеты прикладных программ при решении задач механики	Метод разложения по собственным формам как способ решения КЭ динамической задачи: расчет частот и форм колебаний. Некоторые способы решения проблемы собственных значений в МКЭ. Письменное контрольное мероприятие	Умение использовать современные САЕ-пакеты прикладных программ, например, ANSYS, при решении статических и динамических задач механики деформируемого твердого тела, в частности для решения задач определение частот и форм колебаний.

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ОПК.4.2 Использует современные пакеты прикладных программ при решении задач механики ОПК.4.1 Разрабатывает и совершенствует программные средства для решения задач механики	Общая методика дискретизации по времени; вывод основных критериев исследования на устойчивость и алгоритмическое затухание. Определение численной дисперсии алгоритма. Письменное контрольное мероприятие	Умение использовать современные САЕ-пакеты прикладных программ, например, ANSYS, при решении статических и динамических задач механики деформируемого твердого тела, а также умение разрабатывать и совершенствовать программные средства для решения статических и динамических задач механики деформируемого твердого тела.
ОПК.4.2 Использует современные пакеты прикладных программ при решении задач механики ОПК.4.1 Разрабатывает и совершенствует программные средства для решения задач механики	Некоторые методические замечания по решению динамических задач с помощью численных алгоритмов. Итоговое контрольное занятие (тест). Итоговое контрольное мероприятие	Умение использовать современные САЕ-пакеты прикладных программ, например, ANSYS, при решении статических и динамических задач механики деформируемого твердого тела, а также умение разрабатывать и совершенствовать программные средства для решения статических и динамических задач механики деформируемого твердого тела.

Спецификация мероприятий текущего контроля

Построение различных вариационных постановок для уравнения Ляме: принцип возможных перемещений, принцип Гамильтона, функционал Лагранжа в свертках.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **4 часа**

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

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

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Умение использовать современные САЕ-пакеты прикладных программ, например, ANSYS, при решении статических и динамических задач механики деформируемого твердого тела.	15
Понимание статических и динамических задач механики деформируемого твердого тела.	8
Умение правильно интерпретировать результаты численного решения при использовании современных САЕ-пакетов прикладных программ, например, ANSYS, при решении статических и динамических задач механики деформируемого твердого тела.	7

Метод разложения по собственным формам как способ решения КЭ динамической задачи: расчет частот и форм колебаний. Некоторые способы решения проблемы собственных значений в МКЭ.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **10 часа**

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

Показатели оценивания	Баллы
Умение использовать современные САЕ-пакеты прикладных программ, например, ANSYS, при решении статических и динамических задач механики деформируемого твердого тела, в частности для решения задач определения частот и фирм колебаний.	10
Умение интерпретировать результаты численного решения на современных САЕ-пакетах прикладных программ, например, ANSYS, при решении статических и динамических задач механики деформируемого твердого тела, в частности задач определения частот и фирм колебаний.	5
Знание статических и динамических задач механики деформируемого твердого тела, в частности задач определения частот и фирм колебаний.	5

Общая методика дискретизации по времени; вывод основных критериев исследования на устойчивость и алгоритмическое затухание. Определение численной дисперсии алгоритма.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **4 часа**

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

Показатели оценивания	Баллы
Умение разрабатывать и совершенствовать программные средства для решения статических и динамических задач механики деформируемого твердого тела.	10
Умение обосновать использование современных САЕ-пакетов прикладных программ, например, ANSYS, при решении статических и динамических задач механики деформируемого твердого тела.	5
Умение использовать современные САЕ-пакеты прикладных программ, например, ANSYS, при решении статических и динамических задач механики деформируемого твердого тела.	5

Некоторые методические замечания по решению динамических задач с помощью численных алгоритмов. Итоговое контрольное занятие (тест).

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

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

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

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Умение использовать современные САЕ-пакеты прикладных программ, например, ANSYS, при решении статических и динамических задач механики деформируемого твердого тела, а также умение разрабатывать и совершенствовать программные средства для решения статических и динамических задач механики деформируемого твердого тела.	15
Умение использовать современные САЕ-пакеты прикладных программ, например, ANSYS, при решении статических и динамических задач механики деформируемого твердого тела.	8
Умение интерпретировать результаты численного решения при использовании для решения статических и динамических задач механики деформируемого твердого тела современных САЕ-пакетов прикладных программ, например, ANSYS.	7