

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского



подписано электронно-цифровой подписью

**Программа дисциплины**  
**Компьютерный практикум по механике М2.Б.2**

Направление подготовки: 010800.68 - Механика и математическое моделирование

Профиль подготовки: Механика твердого деформируемого тела

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Тазюков Б.Ф. , Султанов Л.У.

**Рецензент(ы):**

Бережной Д.В.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Коноплев Ю. Г.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института математики и механики им. Н.И. Лобачевского :

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 8172713

Казань  
2014

## **Содержание**

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Султанов Л.У. Кафедра теоретической механики отделение механики , Lenar.Sultanov@kpfu.ru ; доцент, к.н. Тазюков Б.Ф. Кафедра теоретической механики отделение механики , Bulat.Tazioukov@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины "Компьютерный практикум по механике" являются изучение пакетов прикладных программ, предназначенных для моделирования и проведения всестороннего анализа виртуальных компьютерных моделей динамики систем твердых тел, конечно-элементных прочностных расчетов задач механики твердого тела с различными физико-механическими свойствами материалов.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М2.Б.2 Профессиональный" основной образовательной программы 010800.68 Механика и математическое моделирование и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 1, 2 курсах, 2, 3, 4 семестры.

Настоящий курс ориентирован на студентов, обладающих фундаментальной подготовкой по математике и механике, которую дают на механико-математических факультетах. Дисциплина основывается на знаниях, полученных при освоении дисциплин: Математический анализ; Алгебра; Дифференциальные уравнения; Уравнения математической физики; Общая физика; Теоретическая и прикладная механика; Основы МСС, Вычислительные методы МДТТ.

Знания и навыки, полученные при изучении курса "Компьютерный практикум по механике", используются студентами при выполнении курсовых и дипломных работ.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-2 (общекультурные компетенции)	знание правовых и этических норм и использованием их в профессиональной деятельности
ОК-10 (общекультурные компетенции)	способность находить, анализировать и контекстно обрабатывать научно-техническую информацию
ПК-11 (профессиональные компетенции)	способность к самостоятельному построению алгоритма и его анализу
ПК-17 (профессиональные компетенции)	умение извлекать полезную научно-техническую информацию из электронных библиотек, реферативных журналов, сети Интернет и т.п.
ПК-18 (профессиональные компетенции)	умение публично представить собственные и известные научные результаты
ПК-9 (профессиональные компетенции)	знание корректных постановок классических задач

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

область применения прикладных задач;  
принципы работы ППП.

2. должен уметь:

формулировать постановку задачи;  
решать задачу;  
анализировать результаты, полученные в ходе решения задачи.

3. должен владеть:

пакетами прикладных программ для компьютерного моделирования задачи.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

применять полученные знания на практике

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет зачетных(ые) единиц(ы) 180 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет во 2 семестре; зачет в 3 семестре; зачет в 4 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Пакет ADAMS. Состав и назначение пакета и его составляющих. Локализация пакета (платформы, операционные системы).	2	1-2	0	0	4	устный опрос
2.	Тема 2. Теоретические основы моделирования динамики системы твёрдых тел в пакете	2	3-5	0	0	6	устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
3.	Тема 3. Переменные в ADAMS	2	6-8	0	0	6	домашнее задание
4.	Тема 4. Постпроцессор (ADAMS/Postprocessor)	2	9-11	0	0	6	домашнее задание
5.	Тема 5. ADAMS/Solver: используемые в пакете численные методы решения механических задач.	2	12-15	0	0	6	контрольная работа
6.	Тема 6. Ansys. Введение. Структура CAE-интерфейса (меню утилит, главное меню).	3		0	0	2	устный опрос
7.	Тема 7. Моделирование геометрии. Построение модели "снизу вверх".	3		0	0	2	устный опрос
8.	Тема 8. Поверхности.	3		0	0	2	устный опрос
9.	Тема 9. Объемы.	3		0	0	2	устный опрос
10.	Тема 10. Построение модели "сверху вниз".	3		0	0	2	устный опрос
11.	Тема 11. Построение сетки конечных элементов.	3		0	0	2	устный опрос
12.	Тема 12. Прямое построение сетки. Библиотека конечных элементов. Двумерные конечные элементы теории упругости. Двумерные конечные элементы пластин и оболочек.	3		0	0	2	устный опрос
13.	Тема 13. Трехмерные конечные элементы теории упругости. Трехмерные конечные элементы оболочек средней толщины.	3		0	0	2	устный опрос
14.	Тема 14. Приложение нагрузок, проведение вычислений и операции с результатами.	3		0	0	2	устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
15.	Тема 15. Выполнение типовых расчетов в среде комплекса ANSYS.	3		0	0	2	контрольная работа
16.	Тема 16. Моделирование статической линейной задачи для двумерного объекта.	3		0	0	2	устный опрос
17.	Тема 17. Моделирование статической линейной задачи для трехмерного объекта.	3		0	0	2	устный опрос
18.	Тема 18. Моделирование различных типов материалов.	4		0	0	2	устный опрос
19.	Тема 19. Моделирование динамической задачи.	4		0	0	2	устный опрос
20.	Тема 20. Моделирование контактной задачи на примере падения твердого шара на свободный конец консольно закрепленной балки с различными начальными условиями.	4		0	0	2	устный опрос
21.	Тема 21. Моделирование контактной задачи на примере взаимодействия консольно закрепленной балки и лежащего на ней упругого цилиндра, нагруженного поперечной силой.	4		0	0	2	устный опрос
22.	Тема 22. Моделирование статической линейной задачи на примере нагрева и охлаждения консольно закрепленной балки.	4		0	0	2	контрольная работа

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
23.	Тема 23. Технология моделирования роста трещины.	4		0	0	2	устный опрос
24.	Тема 24. Импортирование/экспорт геометрии и моделей. Дополнительные методы создания и анализа моделей.	4		0	0	2	устный опрос
·	Тема . Итоговая форма контроля	2		0	0	0	
·	Тема . Итоговая форма контроля	3		0	0	0	
·	Тема . Итоговая форма контроля	4		0	0	0	
	Итого			0	0	66	

## 4.2 Содержание дисциплины

**Тема 1. Пакет ADAMS. Состав и назначение пакета и его составляющих. Локализация пакета (платформы, операционные системы).**

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Понятие базы данных в ADAMS, её структура. Понятие модель. Базовые объекты модели, структура имен объектов. Операции с моделями: экспорт, копирование, слияние моделей. Структура интерфейса ADAMS/View и основные инструменты. Организация рабочего пространства (системы единиц, рабочая сетка, размещение плоских и пространственных видов на экране, установка размеров икон, раскраска и рендеринг тел, манипуляции с телами). Визуальный конструктор, базовые элементы и способы трехмерного конструирования в среде ADAMS/View.

**Тема 2. Теоретические основы моделирования динамики системы твердых тел в пакете лабораторная работа (6 часа(ов)):**

Механические понятия, системы координат, основные уравнения. Ориентация тела пространстве, возможные системы углов, обобщенные координаты для ориентации. Основные типы связей и уравнения для их реализации. Базовый набор обобщенных сил и методы задания сил в ADAMS/View.

**Тема 3. Переменные в ADAMS**

**лабораторная работа (6 часа(ов)):**

Конструкционные переменные и переменные состояния. Режимы их использования. Методы и инструменты определения переменных (Function Builder/Designer). Измерения (Measures). Создание и режимы использования. Организация параметрического исследования и оптимизации средствами ADAMS/View.

**Тема 4. Постпроцессор (ADAMS/Postprocessor)**

**лабораторная работа (6 часа(ов)):**

Структура интерфейса и предоставляемые сервисные возможности обработки данных. Настройка оформления графиков и импорта анимаций. Форматы сохранения баз данных и моделей, обмена с CAD/CAE пакетами твердотельного проектирования и пакетами FEA.

**Тема 5. ADAMS/Solver: используемые в пакете численные методы решения механических задач.**

**лабораторная работа (6 часа(ов)):**



Методы интерполяции и аппроксимации данных в пакете ADAMS. Импорт числовых данных и построение интерполяционных зависимостей. Учет упругости тел модели: использование Flexible bodies, применение пакета ADAMS/Flex.

#### **Тема 6. Ansys. Введение. Структура CAE-интерфейса (меню утилит, главное меню).**

##### ***лабораторная работа (2 часа(ов)):***

Структура CAE-интерфейса (меню утилит, главное меню). Задание имени файла и названия проекта. Задание единиц измерения. Типы систем координат. Глобальная, локальная, узловая и элементная системы координат. Рабочая плоскость. Операции с рабочей плоскостью. Программирование в текстовом файле.

#### **Тема 7. Моделирование геометрии. Построение модели "снизу вверх".**

##### ***лабораторная работа (2 часа(ов)):***

Построение модели "снизу вверх". Точка. Генерация точек. Линии: прямая, окружность, касательная к кривой, кубические сплайны. Построение кривой линии по заданной функции или таблице точек. Генерация линий. Сглаживание углов между линиями.

#### **Тема 8. Поверхности.**

##### ***лабораторная работа (2 часа(ов)):***

Поверхности. Построение по угловым точкам, по граничным линиям, протяжкой линии, вращением линии вокруг оси. Сглаживание углов между поверхностями.

#### **Тема 9. Объемы.**

##### ***лабораторная работа (2 часа(ов)):***

Объемы. Построение по угловым точкам, по граничным поверхностям, протяжкой поверхности, вращением поверхности вокруг оси.

#### **Тема 10. Построение модели "сверху вниз".**

##### ***лабораторная работа (2 часа(ов)):***

Построение модели "сверху вниз". Примитивы. Плоские фигуры: прямоугольник, круг, сектор, полигоны. Объемные фигуры: параллелепипед, цилиндр, призма, сфера, конус, тор.

#### **Тема 11. Построение сетки конечных элементов.**

##### ***лабораторная работа (2 часа(ов)):***

Построение сетки конечных элементов. Задание характеристик элементов. Задание размеров и формы элементов. Генерация свободной и "правильной" сетки. Генерация объемной сетки протяжкой. Изменение сетки.

#### **Тема 12. Прямое построение сетки. Библиотека конечных элементов. Двумерные конечные элементы теории упругости. Двумерные конечные элементы пластин и оболочек.**

##### ***лабораторная работа (2 часа(ов)):***

Прямое построение сетки. Библиотека конечных элементов. Двумерные конечные элементы теории упругости. Двумерные конечные элементы пластин и оболочек.

#### **Тема 13. Трехмерные конечные элементы теории упругости. Трехмерные конечные элементы оболочек средней толщины.**

##### ***лабораторная работа (2 часа(ов)):***

Трехмерные конечные элементы теории упругости. Трехмерные конечные элементы оболочек средней толщины.

#### **Тема 14. Приложение нагрузок, проведение вычислений и операции с результатами.**

##### ***лабораторная работа (2 часа(ов)):***

Приложение нагрузок, проведение вычислений и операции с результатами.

#### **Тема 15. Выполнение типовых расчетов в среде комплекса ANSYS.**

##### ***лабораторная работа (2 часа(ов)):***

Выполнение типовых расчетов в среде комплекса ANSYS. Интерфейс с моделью материала. Запись и редактирование данных материала. Использование файлов библиотек материалов. Указание типа расчета и опций расчета. Приложение нагрузок (Сосредоточенные, поверхностные и массовые силы). Вызов расчета. Просмотр результатов.



#### **Тема 16. Моделирование статической линейной задачи для двумерного объекта.**

##### ***лабораторная работа (2 часа(ов)):***

Моделирование статической линейной задачи для двумерного объекта на примере консольно закрепленной балки.

#### **Тема 17. Моделирование статической линейной задачи для трехмерного объекта.**

##### ***лабораторная работа (2 часа(ов)):***

Моделирование статической линейной задачи для трехмерного объекта на примере изгиба консольно закрепленной балки. Использование различных типов элементов. Изменение параметров сетки.

#### **Тема 18. Моделирование различных типов материалов.**

##### ***лабораторная работа (2 часа(ов)):***

Моделирование различных типов материалов (изотропные, ортотропные, слоистые, гиперэластичные) на примере изгиба консольно-закрепленной балки. Задание пределов пропорциональности и прочности, переход к нелинейной статической задаче.

#### **Тема 19. Моделирование динамической задачи.**

##### ***лабораторная работа (2 часа(ов)):***

Моделирование динамической задачи на примере свободных колебаний консольно закрепленной балки. Анализ частотных характеристик, запись результатов анализа в отчетные файлы.

#### **Тема 20. Моделирование контактной задачи на примере падения твердого шара на свободный конец консольно закрепленной балки с различными начальными условиями.**

##### ***лабораторная работа (2 часа(ов)):***

Моделирование контактной задачи на примере падения твердого шара на свободный конец консольно закрепленной балки с различными начальными условиями

#### **Тема 21. Моделирование контактной задачи на примере взаимодействия консольно закрепленной балки и лежащего на ней упругого цилиндра, нагруженного поперечной силой.**

##### ***лабораторная работа (2 часа(ов)):***

Моделирование контактной задачи на примере взаимодействия консольно закрепленной балки и лежащего на ней упругого цилиндра, нагруженного поперечной силой. Запись результатов анализа в видеоклип.

#### **Тема 22. Моделирование статической линейной задачи на примере нагрева и охлаждения консольно закрепленной балки.**

##### ***лабораторная работа (2 часа(ов)):***

Моделирование статической линейной задачи на примере нагрева и охлаждения консольно закрепленной балки. Исследование возникающих температурных напряжений.

#### **Тема 23. Технология моделирования роста трещины.**

##### ***лабораторная работа (2 часа(ов)):***

Технология моделирования роста трещины.

#### **Тема 24. Импортирование/экспорт геометрии и моделей. Дополнительные методы создания и анализа моделей.**

##### ***лабораторная работа (2 часа(ов)):***

Импортирование / экспорт геометрии и моделей. Дополнительные методы создания и анализа моделей.

### **4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Пакет ADAMS. Состав и назначение пакета и его составляющих. Локализация пакета (платформы, операционные системы).	2	1-2	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
2.	Тема 2. Теоретические основы моделирования динамики системы твердых тел в пакете	2	3-5	подготовка к устному опросу	8	устный опрос
3.	Тема 3. Переменные в ADAMS	2	6-8	подготовка домашнего задания	12	домашнее задание
4.	Тема 4. Постпроцессор (ADAMS/Postprocessor)	2	9-11	подготовка домашнего задания	12	домашнее задание
5.	Тема 5. ADAMS/Solver: используемые в пакете численные методы решения механических задач.	2	12-15	подготовка к контрольной работе	12	контрольная работа
6.	Тема 6. Ansys. Введение. Структура CAE-интерфейса (меню утилит, главное меню).	3		подготовка к устному опросу	2	устный опрос
7.	Тема 7. Моделирование геометрии. Построение модели "снизу вверх".	3		подготовка к устному опросу	2	устный опрос
8.	Тема 8. Поверхности.	3		подготовка к устному опросу	2	устный опрос
9.	Тема 9. Объемы.	3		подготовка к устному опросу	2	устный опрос
10.	Тема 10. Построение модели "сверху вниз".	3		подготовка к устному опросу	4	устный опрос
11.	Тема 11. Построение сетки конечных элементов.	3		подготовка к устному опросу	4	устный опрос
12.	Тема 12. Прямое построение сетки. Библиотека конечных элементов. Двумерные конечные элементы теории упругости. Двумерные конечные элементы пластин и оболочек.	3		подготовка к устному опросу	4	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
13.	Тема 13. Трехмерные конечные элементы теории упругости. Трехмерные конечные элементы оболочек средней толщины.	3		подготовка к устному опросу	4	устный опрос
14.	Тема 14. Приложение нагрузок, проведение вычислений и операции с результатами.	3		подготовка к устному опросу	4	устный опрос
15.	Тема 15. Выполнение типовых расчетов в среде комплекса ANSYS.	3		подготовка к контрольной работе	2	контрольная работа
16.	Тема 16. Моделирование статической линейной задачи для двумерного объекта.	3		подготовка к устному опросу	6	устный опрос
17.	Тема 17. Моделирование статической линейной задачи для трехмерного объекта.	3		подготовка к устному опросу	6	устный опрос
18.	Тема 18. Моделирование различных типов материалов.	4		подготовка к устному опросу	2	устный опрос
19.	Тема 19. Моделирование динамической задачи.	4		подготовка к устному опросу	4	устный опрос
20.	Тема 20. Моделирование контактной задачи на примере падения твердого шара на свободный конец консольно закрепленной балки с различными начальными условиями.	4		подготовка к устному опросу	4	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
21.	Тема 21. Моделирование контактной задачи на примере взаимодействия консольно закрепленной балки и лежащего на ней упругого цилиндра, нагруженного поперечной силой.	4		подготовка к устному опросу	4	устный опрос
22.	Тема 22. Моделирование статической линейной задачи на примере нагрева и охлаждения консольно закрепленной балки.	4		подготовка к контрольной работе	4	контрольная работа
23.	Тема 23. Технология моделирования роста трещины.	4		подготовка к устному опросу	4	устный опрос
24.	Тема 24. Импортирование/экспорт геометрии и моделей. Дополнительные методы создания и анализа моделей.	4		подготовка к устному опросу	2	устный опрос
	Итого				114	

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Лабораторные аудиторные занятия, самостоятельная работа студентов, зачет. В течение трех семестров студенты выполняют лабораторные работы непосредственно на компьютере. Зачет выставляется по положительным результатам выполнения лабораторных работ в течении семестра.

## 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

### Тема 1. Пакет ADAMS. Состав и назначение пакета и его составляющих. Локализация пакета (платформы, операционные системы).

устный опрос , примерные вопросы:

Контроль осуществляется проверкой результатов выполнения текущего задания.

### Тема 2. Теоретические основы моделирования динамики системы твердых тел в пакете

устный опрос , примерные вопросы:

Контроль осуществляется проверкой результатов выполнения текущего задания.

### Тема 3. Переменные в ADAMS

домашнее задание , примерные вопросы:

Контроль осуществляется проверкой результатов выполнения домашнего задания.

#### **Тема 4. Постпроцессор (ADAMS/Postprocessor)**

домашнее задание , примерные вопросы:

Контроль осуществляется проверкой результатов выполнения домашнего задания.

#### **Тема 5. ADAMS/Solver: используемые в пакете численные методы решения механических задач.**

контрольная работа , примерные вопросы:

Контроль осуществляется проверкой результатов выполнения индивидуального задания.

#### **Тема 6. Ansys. Введение. Структура САЕ-интерфейса (меню утилит, главное меню).**

устный опрос , примерные вопросы:

Контроль осуществляется проверкой результатов выполнения текущего задания.

#### **Тема 7. Моделирование геометрии. Построение модели "снизу вверх".**

устный опрос , примерные вопросы:

Контроль осуществляется проверкой результатов выполнения текущего задания.

#### **Тема 8. Поверхности.**

устный опрос , примерные вопросы:

Контроль осуществляется проверкой результатов выполнения текущего задания.

#### **Тема 9. Объемы.**

устный опрос , примерные вопросы:

Контроль осуществляется проверкой результатов выполнения текущего задания.

#### **Тема 10. Построение модели "сверху вниз".**

устный опрос , примерные вопросы:

Контроль осуществляется проверкой результатов выполнения текущего задания.

#### **Тема 11. Построение сетки конечных элементов.**

устный опрос , примерные вопросы:

Контроль осуществляется проверкой результатов выполнения текущего задания.

#### **Тема 12. Прямое построение сетки. Библиотека конечных элементов. Двумерные конечные элементы теории упругости. Двумерные конечные элементы пластин и оболочек.**

устный опрос , примерные вопросы:

Контроль осуществляется проверкой результатов выполнения текущего задания.

#### **Тема 13. Трехмерные конечные элементы теории упругости. Трехмерные конечные элементы оболочек средней толщины.**

устный опрос , примерные вопросы:

Контроль осуществляется проверкой результатов выполнения текущего задания.

#### **Тема 14. Приложение нагрузок, проведение вычислений и операции с результатами.**

устный опрос , примерные вопросы:

Контроль осуществляется проверкой результатов выполнения текущего задания.

#### **Тема 15. Выполнение типовых расчетов в среде комплекса ANSYS.**

контрольная работа , примерные вопросы:

Контроль осуществляется проверкой результатов выполнения индивидуального задания.

#### **Тема 16. Моделирование статической линейной задачи для двумерного объекта.**

устный опрос , примерные вопросы:

Контроль осуществляется проверкой результатов выполнения текущего задания.

#### **Тема 17. Моделирование статической линейной задачи для трехмерного объекта.**

устный опрос , примерные вопросы:

Контроль осуществляется проверкой результатов выполнения текущего задания.

#### **Тема 18. Моделирование различных типов материалов.**

устный опрос , примерные вопросы:

Контроль осуществляется проверкой результатов выполнения текущего задания.

### **Тема 19. Моделирование динамической задачи.**

устный опрос , примерные вопросы:

Контроль осуществляется проверкой результатов выполнения текущего задания.

### **Тема 20. Моделирование контактной задачи на примере падения твердого шара на свободный конец консольно закрепленной балки с различными начальными условиями.**

устный опрос , примерные вопросы:

Контроль осуществляется проверкой результатов выполнения текущего задания.

### **Тема 21. Моделирование контактной задачи на примере взаимодействия консольно закрепленной балки и лежащего на ней упругого цилиндра, нагруженного поперечной силой.**

устный опрос , примерные вопросы:

Контроль осуществляется проверкой результатов выполнения текущего задания.

### **Тема 22. Моделирование статической линейной задачи на примере нагрева и охлаждения консольно закрепленной балки.**

контрольная работа , примерные вопросы:

Контроль осуществляется проверкой результатов выполнения индивидуального задания.

### **Тема 23. Технология моделирования роста трещины.**

устный опрос , примерные вопросы:

Контроль осуществляется проверкой выполнения текущего задания.

### **Тема 24. Импорт/экспорт геометрии и моделей. Дополнительные методы создания и анализа моделей.**

устный опрос , примерные вопросы:

Контроль осуществляется проверкой выполнения текущего задания.

### **Тема . Итоговая форма контроля**

### **Тема . Итоговая форма контроля**

### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

Итоговый контроль проводится в виде зачета в каждом семестре. Зачет ставится на основании выполнения заданий практикума.

Примерные вопросы на зачет:

1. Операции с моделями: экспорт, копирование, слияние моделей.

Структура интерфейса ADAMS/View и основные инструменты. Организация рабочего пространства (системы единиц, рабочая сетка, размещение плоских и пространственных видов на экране, установка размеров икон, раскраска и рендеринг тел, манипуляции с телами).

Визуальный конструктор, базовые элементы и способы трехмерного конструирования в среде ADAMS/View.

2. Теоретические основы моделирования динамики системы твердых тел в пакете (механические понятия, системы координат, основные уравнения)

Теоретические основы моделирования динамики системы твердых тел в пакете (ориентация тела пространстве, возможные системы углов, обобщенные координаты для ориентации)

3. Теоретические основы моделирования динамики системы твердых тел в пакете (основные типы связей и уравнения для их реализации). Теоретические основы моделирования динамики системы твердых тел в пакете (базовый набор обобщенных сил и методы задания сил в ADAMS/View)

4. Переменные в ADAMS. Конструкционные переменные и переменные состояния. Режимы их использования. Методы и инструменты определения переменных (Function Builder/Designer).

5. Измерения (Measures). Создание и режимы использования.



Организация параметрического исследования и оптимизации средствами ADAMS/View.

6. Постпроцессор (ADAMS/Postprocessor). Структура интерфейса и предоставляемые сервисные возможности обработки данных.

7. Постпроцессор (ADAMS/Postprocessor). Настройка оформления графиков и импорта анимаций.

Форматы сохранения баз данных и моделей, обмена с CAD/CAE пакетами твердотельного проектирования и пакетами FEA.

8. ADAMS/Solver: используемые в пакете численные методы решения механических задач.

9. Методы интерполяции и аппроксимации данных в пакете ADAMS. Импорт числовых данных и построение интерполяционных зависимостей.

Учет упругости тел модели: использование Flexible bodies, применение пакета ADAMS/Flex.

10. Моделирование статической линейной задачи для двумерного объекта на примере консольно закрепленной балки.

11. Моделирование статической линейной задачи для трехмерного объекта на примере изгиба консольно-закрепленной балки. Использование различных типов элементов. Изменение параметров сетки.

12. Моделирование различных типов материалов (изотропные, ортотропные, слоистые, гиперэластичные) на примере изгиба консольно-закрепленной балки. Задание пределов пропорциональности и прочности, переход к нелинейной статической задаче

13. Моделирование динамической задачи на примере свободных колебаний консольно-закрепленной балки. Анализ частотных характеристик, запись результатов анализа в отчетные файлы.

14. Моделирование контактной задачи на примере падения твердого шара на свободный конец консольно-закрепленной балки с различными начальными условиями.

15. Моделирование контактной задачи на примере взаимодействия консольно-закрепленной балки и лежащего на ней упругого цилиндра, нагруженного поперечной силой. Запись результатов анализа в видеоклип.

16. Моделирование статической линейной задачи на примере нагрева и охлаждения консольно закрепленной балки. Исследование возникающих температурных напряжений.

17. Технология моделирования роста трещины

18. Импорт/экспорт геометрии и моделей

19. Дополнительные методы создания и анализа моделей

20. Пакет Ansys. Введение. Интерфейс программы (меню утилит, главное меню).

Задание имени файла и названия проекта. Задание единиц измерения. Типы систем координат. Глобальная, локальная, узловая и элементная системы координат.

Рабочая плоскость. Операции с рабочей плоскостью.

Программирование в текстовом файле.

21. Моделирование геометрии.

Построение модели "снизу вверх".

Точка. Генерация точек.

Линии: прямая, окружность, касательная к кривой, кубические сплайны. Построение кривой линии по заданной функции или таблице точек. Генерация линий. Сглаживание углов между линиями. Поверхности. Построение по угловым точкам, по граничным линиям, протяжкой линии, вращением линии вокруг оси. Сглаживание углов между поверхностями.

Объемы. Построение по угловым точкам, по граничным поверхностям, протяжкой поверхности, вращением поверхности вокруг оси.

22. Построение модели "сверху вниз". Примитивы.

Плоские фигуры: прямоугольник, круг, сектор, полигоны.

Объемные фигуры: параллелепипед, цилиндр, призма, сфера, конус, тор.



23. Построение сетки конечных элементов. Задание характеристик элементов. Задание размеров и формы элементов. Генерация свободной и "правильной" сетки. Генерация объемной сетки протяжкой. Изменение сетки. Прямое построение сетки.

### **7.1. Основная литература:**

Артюхин, Ю.П. Строительная механика в пакетах "MATHEMATICA" и "ANSYS": учебное пособие. - Казан. гос. ун-т. - Казань: Казанский государственный университет, 2009. -120 с.  
Басов К.А. CATIA и ANSYS. Твёрдотельное моделирование. - Издательство: ДМК Пресс, 2009 г. - 240 с. (Книгафонд).  
Шимкович Д.Г. Femap & Nastran. Инженерный анализ методом конечных элементов. - Издательство: ДМК Пресс, 2008. - 697 с. (книгафонд)

### **7.2. Дополнительная литература:**

Зенкевич О. Конечные элементы и аппроксимация / О. Зенкевич, К. Морган; Под ред. Н. С. Бахвалова; Пер.с англ. Б. И. Квасова.-Москва: Мир, 1986.-318с  
Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. - Издательство: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 634 с. (книгафонд)  
Бате, Клаус-Юрген. Методы конечных элементов / К.-Ю. Бате; пер. с англ. В. П. Шидловского под ред. Л. И. Турчака. - Москва: Физматлит, 2010. - 1022 с.  
Бате К. Численные методы анализа и метод конечных элементов. ?Москва: Б.и., 1982.  
Галлагер Р. Метод конечных элементов. Основы. - М.:Мир,1990.  
Образцов И.Ф., Савельев Л.М., Хазанов Х.С. Метод конечных элементов в задачах строительной механики летательных аппаратов. - М.: Высшая школа, 1985.

### **7.3. Интернет-ресурсы:**

Интернет-портал систем автоматизации инженерных расчетов - <http://www.cadfem-cis.ru/>  
Форум пользователей CAD/CAE систем - <http://www.emt.ru/forum/>  
Форум САПР-2000 - <http://fsapr2000.ru/>  
Электронная библиотека - <http://mech.math.msu.su>  
Электронная библиотека - [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)**

Освоение дисциплины "Компьютерный практикум по механике" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "КнигаФонд", доступ к которой предоставлен студентам. Электронно-библиотечная система "КнигаФонд" реализует легальное хранение, распространение и защиту цифрового контента учебно-методической литературы для вузов с условием обязательного соблюдения авторских и смежных прав. КнигаФонд обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям новых ФГОС ВПО.

#### Лицензионное ПО

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 010800.68 "Механика и математическое моделирование" и магистерской программе Механика твердого деформируемого тела .

Автор(ы):

Тазюков Б.Ф. \_\_\_\_\_

Султанов Л.У. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Бережной Д.В. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.