

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



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной деятельности КФУ  
проф. Таюрский Д.А.

"\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## **Программа дисциплины**

Компьютерный практикум по механике Б1.О.06

Направление подготовки: 01.04.03 - Механика и математическое моделирование

Профиль подготовки: Биомеханика

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

**Автор(ы):** Султанов Л.У. , Фахрутдинов Л.Р.

**Рецензент(ы):** Бережной Д.В.

### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Султанов Л. У.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

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

Протокол заседания УМК No \_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
  - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
  - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
  - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
  - 7.1. Основная литература
  - 7.2. Дополнительная литература
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Султанов Л.У. (Кафедра теоретической механики, отделение механики), Lenar.Sultanov@kpfu.ru ; ассистент, б.с. Фахрутдинов Л.Р. (Кафедра теоретической механики, отделение механики), LRFahrutdinov@kpfu.ru

### **1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

<b>Шифр компетенции</b>	<b>Расшифровка приобретаемой компетенции</b>
ОПК-2	Способен разрабатывать и применять новые методы математического моделирования в научно-исследовательской и опытно-конструкторской деятельности
ОПК-4	Способен использовать и создавать эффективные программные средства для решения задач механики
УК-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
УК-3	Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

область применения прикладных задач;

принципы работы ППП.

Должен уметь:

формулировать постановку задачи;

решать задачу;

анализировать результаты, полученные в ходе решения задачи.

Должен владеть:

пакетами прикладных программ для компьютерного моделирования задачи.

Должен демонстрировать способность и готовность:

применять полученные знания на практике

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.О.06 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 01.04.03 "Механика и математическое моделирование (Биомеханика)" и относится к обязательным дисциплинам.

Осваивается на 1, 2 курсах в 2, 3 семестрах.

### **3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) на 180 часа(ов).

Контактная работа - 70 часа(ов), в том числе лекции - 0 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 70 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 110 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет во 2 семестре; зачет с оценкой в 3 семестре.

### **4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

#### **4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)**

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Ansys. Введение. Структура CAE-интерфейса (меню утилит, главное меню).	2	0	0	2	2
2.	Тема 2. Моделирование геометрии. Построение модели "снизу вверх".	2	0	0	2	2
3.	Тема 3. Поверхности.	2	0	0	2	2
4.	Тема 4. Объемы.	2	0	0	2	2
5.	Тема 5. Построение модели "сверху вниз".	2	0	0	2	2
6.	Тема 6. Построение сетки конечных элементов.	2	0	0	2	4
7.	Тема 7. Прямое построение сетки. Библиотека конечных элементов. Двумерные конечные элементы теории упругости. Двумерные конечные элементы пластин и оболочек.	2	0	0	6	6
8.	Тема 8. Трехмерные конечные элементы теории упругости. Трехмерные конечные элементы оболочек средней толщины.	2	0	0	4	6
9.	Тема 9. Приложение нагрузок, проведение вычислений и операции с результатами.	2	0	0	6	6
10.	Тема 10. Выполнение типовых расчетов в среде комплекса ANSYS.	2	0	0	6	6
11.	Тема 11. Моделирование статической линейной задачи для двумерного объекта.	3	0	0	2	8
12.	Тема 12. Моделирование статической линейной задачи для трехмерного объекта.	3	0	0	2	8
13.	Тема 13. Моделирование различных типов материалов.	3	0	0	4	8
14.	Тема 14. Моделирование динамической задачи.	3	0	0	4	8
15.	Тема 15. Моделирование контактной задачи на примере падения твердого шара на свободный конец консольно закрепленной балки с различными начальными условиями.	3	0	0	4	8
16.	Тема 16. Моделирование контактной задачи на примере взаимодействия консольно закрепленной балки и лежащего на ней упругого цилиндра, нагруженного поперечной силой.	3	0	0	6	8
17.	Тема 17. Моделирование статической линейной задачи на примере нагрева и охлаждения консольно закрепленной балки.	3	0	0	6	8
18.	Тема 18. Технология моделирования роста трещины.	3	0	0	4	8

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
19.	Тема 19. Импорт/экспорт геометрии и моделей. Дополнительные методы создания и анализа моделей.	3	0	0	4	8
	Итого		0	0	70	110

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Ansys. Введение. Структура CAE-интерфейса (меню утилит, главное меню).

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 2. Моделирование геометрии. Построение модели "снизу вверх".

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 3. Поверхности.

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

### Тема 4. Объемы.

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

### Тема 5. Построение модели "сверху вниз".

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

### Тема 6. Построение сетки конечных элементов.

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

### Тема 7. Прямое построение сетки. Библиотека конечных элементов. Двумерные конечные элементы теории упругости. Двумерные конечные элементы пластин и оболочек.

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

### Тема 8. Трехмерные конечные элементы теории упругости. Трехмерные конечные элементы оболочек средней толщины.

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

### Тема 9. Приложение нагрузок, проведение вычислений и операции с результатами.

Приложение нагрузок, проведение вычислений и операции с результатами.

### Тема 10. Выполнение типовых расчетов в среде комплекса ANSYS.

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 11. Моделирование статической линейной задачи для двумерного объекта.

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

### Тема 12. Моделирование статической линейной задачи для трехмерного объекта.

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

### **Тема 13. Моделирование различных типов материалов.**

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 14. Моделирование динамической задачи.**

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

### **Тема 15. Моделирование контактной задачи на примере падения твердого шара на свободный конец консольно закрепленной балки с различными начальными условиями.**

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

### **Тема 16. Моделирование контактной задачи на примере взаимодействия консольно закрепленной балки и лежащего на ней упругого цилиндра, нагруженного поперечной силой.**

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

### **Тема 17. Моделирование статической линейной задачи на примере нагрева и охлаждения консольно закрепленной балки.**

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

### **Тема 18. Технология моделирования роста трещины.**

Технология моделирования роста трещины.

### **Тема 19. Импорт/экспорт геометрии и моделей. Дополнительные методы создания и анализа моделей.**

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

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений".

Положение от 29 декабря 2018 г. № 0.1.1.67-08/328 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

## 6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

### 6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 2</b>			
	<i>Текущий контроль</i>		
1	Контрольная работа	ОПК-2	2. Моделирование геометрии. Построение модели "снизу вверх". 6. Построение сетки конечных элементов. 7. Прямое построение сетки. Библиотека конечных элементов. Двумерные конечные элементы теории упругости. Двумерные конечные элементы пластин и оболочек.
2	Контрольная работа	ОПК-2	5. Построение модели "сверху вниз". 8. Трехмерные конечные элементы теории упругости. Трехмерные конечные элементы оболочек средней толщины. 9. Приложение нагрузок, проведение вычислений и операции с результатами.
3	Устный опрос	ОПК-2 , ОПК-4	1. Ansys. Введение. Структура САЕ-интерфейса (меню утилит, главное меню). 2. Моделирование геометрии. Построение модели "снизу вверх". 3. Поверхности. 4. Объемы. 6. Построение сетки конечных элементов. 7. Прямое построение сетки. Библиотека конечных элементов. Двумерные конечные элементы теории упругости. Двумерные конечные элементы пластин и оболочек. 8. Трехмерные конечные элементы теории упругости. Трехмерные конечные элементы оболочек средней толщины. 9. Приложение нагрузок, проведение вычислений и операции с результатами.
	<b>Зачет</b>	ОПК-2, ОПК-4, УК-2, УК-3	
<b>Семестр 3</b>			
	<i>Текущий контроль</i>		
1	Контрольная работа	ОПК-4	11. Моделирование статической линейной задачи для двумерного объекта. 12. Моделирование статической линейной задачи для трехмерного объекта. 19. Импорт/экспорт геометрии и моделей. Дополнительные методы создания и анализа моделей.
2	Контрольная работа	ОПК-4	15. Моделирование контактной задачи на примере падения твердого шара на свободный конец консольно закрепленной балки с различными начальными условиями. 16. Моделирование контактной задачи на примере взаимодействия консольно закрепленной балки и лежащего на ней упругого цилиндра, нагруженного поперечной силой. 19. Импорт/экспорт геометрии и моделей. Дополнительные методы создания и анализа моделей.

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
3	Устный опрос	ОПК-2 , ОПК-4	13. Моделирование различных типов материалов. 14. Моделирование динамической задачи. 19. Импортирование/экспорт геометрии и моделей. Дополнительные методы создания и анализа моделей.
	<b>Зачет с оценкой</b>	ОПК-2, ОПК-4, УК-2, УК-3	

## 6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Семестр 2</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	1 2
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	3
	<b>Зачтено</b>		<b>Не зачтено</b>		
<b>Зачет</b>	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.		Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.		
<b>Семестр 3</b>					
<b>Текущий контроль</b>					



Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Проявлен хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Проявлен удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Проявлен неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	1 2
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Проявлен высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Проявлен хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	3
Зачет с оценкой	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

### 6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

#### Семестр 2

#### Текущий контроль

### **1. Контрольная работа**

Темы 2, 6, 7

Задание 1: Построение кругового сектора заданной геометрии с сеткой, размножение сетки в цилиндрической системе координат.

### **2. Контрольная работа**

Темы 5, 8, 9

Задание 1: Построение твердотельной модели по заданным размерам. Построение регулярной КЭ сетки для этой модели.

Задание 2: Расчет ферменной конструкции, построенной по заданному эскизу. Вывод эпюр усилий в стержнях.

### **3. Устный опрос**

Темы 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9

1. Понятие модель, надежность, прочностная надежность, запас прочности.
2. Основные модели прочностной надежности. Аналитические и численные методы расчетов.
3. Роль вычислительных методов в расчетах на прочность. Основные этапы численного исследования прочности конструкций.
4. Основные этапы численного исследования прочности конструкций. Построение физической модели.
5. Основные этапы численного исследования прочности конструкций. Построение математической модели. Метод исследования математической модели.
6. Идея МКЭ
7. Основные этапы практической реализации МКЭ.
8. Конечные элементы.
9. Построение сетки конечных элементов.
10. Линейный упругий элемент.
11. Стержневой элемент.
12. Балочный элемент.
13. Линейный плоский треугольный элемент.
14. Квадратичный плоский треугольный элемент.

### **Зачет**

Вопросы к зачету:

1. Понятие модель, надежность, прочностная надежность, запас прочности.
2. Основные модели прочностной надежности. Аналитические и численные методы расчетов.
3. Роль вычислительных методов в расчетах на прочность. Основные этапы численного исследования прочности конструкций.
4. Основные этапы численного исследования прочности конструкций. Построение физической модели.
5. Основные этапы численного исследования прочности конструкций. Построение математической модели. Метод исследования математической модели.
6. Идея МКЭ
7. Основные этапы практической реализации МКЭ.
8. Конечные элементы.
9. Построение сетки конечных элементов.
10. Линейный упругий элемент.
11. Стержневой элемент.
12. Балочный элемент.
13. Линейный плоский треугольный элемент.
14. Квадратичный плоский треугольный элемент.

### **Семестр 3**

#### **Текущий контроль**

##### **1. Контрольная работа**

Темы 11, 12, 19

Задание 1: Расчет на прочность двумерной балки произвольного поперечного сечения под действием заданной системы внешних сил. Определение опорных реакций, построение эпюр перерезывающих сил и изгибающих моментов.

##### **2. Контрольная работа**

Темы 15, 16, 19

Задание 1: Расчет поля температур и поля напряжений в теле заданной геометрии под действием тепловых и кинематических граничных условий.

Задание 2: Моделирование осесимметричной задачи контактного взаимодействия двух тел с заданными геометрическими характеристиками и физико-механическими свойствами материалов.

##### **3. Устный опрос**

Темы 13, 14, 19

1. Соотношения МКЭ для плоской задачи теории упругости.

2. Треугольный элемент плоского напряженного состояния.
3. Четырехузловой изопараметрический элемент.
4. Изгиб пластинок.
5. Трехузловой элемент изгибаемой пластины.
6. Четырехузловой элемент изгибаемой пластины.
7. Оболочки как совокупность плоских элементов.

#### **Зачет с оценкой**

Вопросы к зачету с оценкой:

1. Соотношения МКЭ для плоской задачи теории упругости.
2. Треугольный элемент плоского напряженного состояния.
3. Четырехузловой изопараметрический элемент.
4. Изгиб пластинок.
5. Трехузловой элемент изгибаемой пластины.
6. Четырехузловой элемент изгибаемой пластины.
7. Оболочки как совокупность плоских элементов.
8. Исследования свободных колебаний
9. Моделирование контактной задачи.
10. Моделирование смешанных задач (Couple-Field Analysis).

#### **6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
<b>Семестр 2</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	1	20
		2	20
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	3	10
<b>Зачет</b>	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50
<b>Семестр 3</b>			
<b>Текущий контроль</b>			

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	1	20
		2	20
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	3	10
<b>Зачет с оценкой</b>	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

## 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

### 7.1 Основная литература:

- Срочко В.А. Численные методы. Курс лекций : учебное пособие / В.А. Срочко. - Санкт-Петербург : Лань, 2010. - 208 с. - ISBN 978-5-8114-1014-9. - Текст: электронный // Электронно-библиотечная система 'Лань': [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/378>
- Гулин А. В. Введение в численные методы в задачах и упражнениях : учеб. пособие / А.В. Гулин, О.С. Мажорова, В.А. Морозова. - М. : ИНФРА-М, 2017. - 368 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/883943>
- Бахвалов, Н.С. Численные методы: учебное пособие / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. - 8-е изд. (эл.). - Москва: Лаборатория знаний, 2015. - 639 с. - ISBN 978-5-9963-2616-7. - Текст: электронный // Электронно-библиотечная система 'Лань' : [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/70767>
- Бахвалов, Н.С. Численные методы. Решения задач и упражнения: учебное пособие / Н.С. Бахвалов, А.А. Корнев, Е.В. Чижонков. - 2-е изд. - Москва: Лаборатория знаний, 2016. - 355 с. - ISBN 978-5-93208-205-8. - Текст: электронный // Электронно-библиотечная система 'Лань': [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/90239>
- Муромцев, Д.Ю. Математическое обеспечение САПР: учебное пособие / Д.Ю. Муромцев, И.В. Тюрин. - 2-е изд. перераб. и доп. - Санкт-Петербург: Лань, 2014. - 464 с. - ISBN 978-5-8114-1573-1. - Текст: электронный // Электронно-библиотечная система 'Лань': [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/42192>

### 7.2. Дополнительная литература:

- Самогин, Ю.Н. Метод конечных элементов в задачах сопротивления материалов : учебное пособие / Ю.Н. Самогин, В.Е. Хроматов, В.П. Чирков ; под редакцией В.П. Чирков. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2012. - 200 с. - ISBN 978-5-9221-1380-9. - Текст: электронный // Электронно-библиотечная система 'Лань': [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/59633>
- Численные методы в математическом моделировании : учеб. пособие / Н.П. Савенкова, О.Г. Проворова, А.Ю. Мокин. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : АРГАМАК-МЕДИА : ИНФРА-М, 2017. - 176 с. Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/774278>
- Численные методы. Практикум : учеб. пособие / А.В. Пантелеев, И.А. Кудрявцева. - М.: ИНФРА-М, 2017. - 512 с. Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/652316>
- Основы автоматизированного проектирования : учебник / под ред. А.П. Карпенко. - М.: ИНФРА-М, 2018. - 329 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/962578>

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

- 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>

### 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лабораторные работы	В ходе подготовки к лабораторным занятиям изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой. Подготовить тезисы для выступлений по всем учебным вопросам, выносимым на семинар. Готовясь к докладу или реферативному сообщению, обращаться за методической помощью к преподавателю. Составить план-конспект своего выступления. Продумать примеры с целью обеспечения тесной связи изучаемой теории с реальной жизнью. Своевременное и качественное выполнение самостоятельной работы базируется на соблюдении настоящих рекомендаций и изучении рекомендованной литературы. Студент может дополнить список использованной литературы современными источниками, не представленными в списке рекомендованной литературы, и в дальнейшем использовать собственные подготовленные учебные материалы при написании курсовых и дипломных работ.
самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов состоит из двух основных частей - проработка лекционного материала и выполнения домашних заданий. Для освоения теоретического и практического материала, в случае, когда конспектов оказывается недостаточным, или для более детальной проработки отдельных тем рекомендуется использовать литературу, указанную в соответствующем разделе. Все возникающие вопросы рекомендуется заранее четко сформулировать и впоследствии обсудить с преподавателем.
контрольная работа	При подготовке к выполнению контрольных работ студентам рекомендуется проработать соответствующий материал, заблаговременно сформулировать и задать преподавателю возникшие вопросы, подготовить краткий справочный материал по используемым уравнениям и формулам при решении задач для сокращения затрачиваемого времени.
устный опрос	Этот вид работы предусмотрен на семинарских занятиях и включает в себя ответы на вопросы и ответы при проверке заданий. Ответ на вопрос должен быть кратким, по существу и, как правило, не превышающим 3 минут монологической речи. Готовиться к устному опросу по планам семинаров следует по списку основной и дополнительной литературы. Ответ студента при проверке письменного домашнего задания из плана семинарского занятия является разновидностью устного опроса. На семинарских занятиях также предусмотрены дополнительные, кроме домашней работы, задания, собеседование по дополнительным вопросам и дополнительным заданиям на семинарских занятиях рассматривается как устный опрос.
зачет	Подготовку к зачету рекомендуется разделить на два этапа. На первом этапе прорабатываются все вопросы и формулируются вопросы к преподавателю в рамках консультации по разделам, недостаточно подробно описанным в рамках лекционного курса или более трудным в освоении материала. После консультации происходит окончательная проработка и закрепление материала по всем вопросам.
зачет с оценкой	Подготовку к зачету рекомендуется разделить на два этапа. На первом этапе прорабатываются все вопросы и формулируются вопросы к преподавателю в рамках консультации по разделам, недостаточно подробно описанным в рамках лекционного курса или более трудным в освоении материала. После консультации происходит окончательная проработка и закрепление материала по всем вопросам.

### 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Освоение дисциплины "Компьютерный практикум по механике" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен обучающимся. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

#### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

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.

Специализированная лаборатория оснащена оборудованием, необходимым для проведения лабораторных работ, практических занятий и самостоятельной работы по отдельным дисциплинам, а также практик и научно-исследовательской работы обучающихся. Лаборатория рассчитана на одновременную работу обучающихся академической группы либо подгруппы. Занятия проводятся под руководством сотрудника университета, контролирующего выполнение видов учебной работы и соблюдение правил техники безопасности. Качественный и количественный состав оборудования и расходных материалов определяется спецификой образовательных программ.

#### **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;

- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 01.04.03 "Механика и математическое моделирование" и магистерской программе Биомеханика .