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

201 г

Программа дисциплины

<u>Организация и использование коммерческих CFD пакетов</u> Б3.ДВ.5

Направление подготовки: 010800.62 - Механика и математическое моделирование
Профиль подготовки: Общий профиль
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Автор(ы):
Зарипов Ш.Х.
Рецензент(ы):
_
СОГЛАСОВАНО:
Заведующий(ая) кафедрой: Зарипов Ш. Х.
Протокол заседания кафедры No от "" 201г

Регистрационный No 81722615

Протокол заседания УМК No от "

Казань 2014

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

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) заведующий кафедрой, д.н. (профессор) Зарипов Ш.Х. кафедра моделирования экологических систем отделение экологии , Shamil.Zaripov@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Цель курса - ознакомление студентов с существующими коммерческими CFD пакетами для решения задач газовой динамики и гидромеханики и обретение навыков работы с одним из типичных пакетов. Современная вычислительная гидрогазодинамика включает в себя комплекс физических моделей, численных методов и компьютерных пакетов программ. Владение набором методов и одним из типичных компьютерных пакетов решения задача газо-гидромеханики является необходимым для современного специалиста, ориентированного как на решение исследовательских, так и инженерных задач в области механики сплошных сред. Изучение курса предполагает знание курсов газовой динамики и гидромеханики, численных методов в аэромеханике, в том числе метода конечных объемов, механики многофазных сред.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б3.ДВ.5 Профессиональный" основной образовательной программы 010800.62 Механика и математическое моделирование и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 8 семестр.

Дисциплина относится к разделу БЗ.В.6 ООП и развивает представления об организации и использовании "коммерческих" СFD пакетов при решении задач вычислительной гидроаэромеханики. Для полноценного освоения курса требуется знание основ "Механики сплошных сред", "Вычислительной гидродинамики". Материал данного курса необходим при выполнении курсовых и дипломных работ, связанных с численным моделированием. Коммерческий CFD пакет можно считать виртуальной экспериментальной установкой, позволяющей проводить вычислительные эксперименты в аэрогидромеханике. Знания, полученные при изучении данной дисциплины, необходимы для освоения дисциплины "Вычислительный эксперимент".

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-12 (общекультурные компетенции)	способностью активно использовать компьютер в профессиональной и социально бытовой сфере
ОК-13 (общекультурные компетенции)	владением базовыми знаниями в областях информатики и современных информационных технологий, навыками использования программных средств и работы в компьютерных сетях, умением создавать базы данных и использовать ресурсы Интернет
ОК-8 (общекультурные компетенции)	способностью приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии
ПК-15 (профессиональные компетенции)	способностью передавать результат проведенных физико-математических и прикладных исследований в виде конкретных рекомендаций, выраженной в терминах предметной области изучавшегося явления

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-8 (профессиональные компетенции)	умением ориентироваться в постановках задач
ПК-19 (профессиональные компетенции)	владением методом алгоритмического моделирования при анализе постановок прикладных задач
ПК-20 (профессиональные компетенции)	владением методами математического и алгоритмического моделирования при решении прикладных и инженерно-технических задач
ПК-21 (профессиональные компетенции)	умением грамотно использовать программные комплексы при решении задач механики

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

структуру и возможности современных CFD пакетов; физические и математические модели и методы решения, включенные в программу; круг задач, решаемых с помощью CFD пакетов,

2. должен уметь:

уметь работать в среде графического редактора для создания геометрии расчетной области и сеточного разбиения; задавать граничные условия; выбирать и задавать свойства среды, в том числе для смесей; работать с файлами, создаваемыми СFD пакетами (импортировать, экспортировать, редактировать); адаптировать созданное сеточное разбиение; создавать дополнительные функции; представлять расчетные результаты в графическом виде и вычислять интегральные характеристики; создавать дополнительные программные модули к CFD пакету; параметризовать решаемую задачу,

3. должен владеть:

владеть навыками решения стандартных задач гидроаэромеханики средствами современных коммерческих CFD пакетов, включая все этапы: препроцессинг, решение, постпроцессинг;

4. должен демонстрировать способность и готовность:

решать стандартные задачи гидроаэромеханики средствами современных коммерческих CFD пакетов, включая все этапы: препроцессинг, решение, постпроцессинг;

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) 144 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 8 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	,
	Тема 1. Тема 1. Численные методы решения задач аэромеханики. Метод конечных объемов.	8		8	0	0	
2.	Тема 2. Тема 2. САЕ ? проектирование. Использование CFD пакетов. Организация CFD пакетов. Этапы работы.	8		2	0	0	
3.	Тема 3. Тема 3. Работа в графическом редакторе (препроцессинг).	8		4	9	0	
4.	Тема 4. Тема 4. Задание граничных условий. Свойства среды. Этап расчета.	8		4	4	0	
5.	Тема 5. Тема 5. Постпроцессинг. Дополнительные функции UDS и UDF.	8		6	6	0	
6.	Тема 6. Тема 6. Типичные задачи механики жидкости и газа.	8		4	8	0	
7.	Тема 7. Тема 7. Индивидуальная задача	8		0	4	0	
	Итого			28	28	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Тема 1. Численные методы решения задач аэромеханики. Метод конечных объемов.

лекционное занятие (8 часа(ов)):

Система уравнений движения жидкости и газа. Обобщенное уравнение переноса. Метод конечных объемов. Уравнение диффузии. Уравнение конвективной диффузии. Описание схем аппроксимации. Алгоритм Simple. Решение системы алгебраических уравнений для дискретных значений функций. Нестационарные задачи. Граничные условия. Основные модели турбулентности в CFD пакетах.

Тема 2. Тема 2. САЕ ? проектирование. Использование CFD пакетов. Организация CFD пакетов. Этапы работы.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

CAE ? проектирование: проектирование, моделирование и изготовление. Этап моделирования. Организация CFD программ. Препроцессинг, решатель, постпроцессинг.

Тема 3. Тема 3. Работа в графическом редакторе (препроцессинг).

лекционное занятие (4 часа(ов)):



Графический редактор. Общее описание. Элементарные объекты для создания геометрии: узлы, линии, грани, объемы. Булевы операции с геометрическими объектами. Глобальная и локальная системы координат. Экспорт геометрии в расчетный модуль. Программирование в среде графического редактора. Параметризация создаваемой геометрии. Сеточное разбиение расчетной области. Типы двумерных и трехмерных конечных объемов. Регулярное и нерегулярное разбиение.

практическое занятие (6 часа(ов)):

Графический редактор. Общее описание. Элементарные объекты для создания геометрии: узлы, линии, грани, объемы. Булевы операции с геометрическими объектами. Глобальная и локальная системы координат. Экспорт геометрии в расчетный модуль. Программирование в среде графического редактора. Параметризация создаваемой геометрии. Сеточное разбиение расчетной области. Типы двумерных и трехмерных конечных объемов. Регулярное и нерегулярное разбиение.

Тема 4. Тема 4. Задание граничных условий. Свойства среды. Этап расчета. *лекционное занятие (4 часа(ов)):*

Задание граничных условий. Типичные граничные условия. Определение граничных профилей. Свойства среды. Выбор различных моделей газовой динамики. Свойства смесей газов. Выбор физической модели. Выбор численных схем в среде CFD пакета. Выбор типов решателей. Стационарные и нестационарные задачи. Определение точности расчета. Вывод на экран невязок и рассчитываемых функций. Сохранение расчетных данных.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Задание граничных условий. Типичные граничные условия. Определение граничных профилей. Свойства среды. Выбор различных моделей газовой динамики. Свойства смесей газов. Выбор физической модели. Выбор численных схем в среде CFD пакета. Выбор типов решателей. Стационарные и нестационарные задачи. Определение точности расчета. Вывод на экран невязок и рассчитываемых функций. Сохранение расчетных данных.

Тема 5. Тема 5. Постпроцессинг. Дополнительные функции UDS и UDF. лекционное занятие (6 часа(ов)):

Постпроцессинг. Графическое представление расчетных результатов. Создание дополнительных функций. Создание дополнительных точек, линий и сечений в расчетной области. Определение интегральных характеристик. Анимация. Адаптация сетки. Критерии для адаптации. Дополнительные модули пользователя (UDF).

практическое занятие (6 часа(ов)):

Постпроцессинг. Графическое представление расчетных результатов. Создание дополнительных функций. Создание дополнительных точек, линий и сечений в расчетной области. Определение интегральных характеристик. Анимация. Адаптация сетки. Критерии для адаптации. Дополнительные модули пользователя (UDF).

Тема 6. Тема 6. Типичные задачи механики жидкости и газа. *лекционное занятие (4 часа(ов)):*

1. Внешние течения. Обтекание тел. Обтекание цилиндра потоком вязкой несжимаемой жидкости. Моделирование внешнего сжимаемого течения. 2. Моделирование периодического течения и теплопереноса (пример решения задачи расчета решетки теплообменника). 3. Моделирование многофазных течений. Течения газа с взвешенными частицами. Расчет течений со свободными границами. 4. Нестационарные задачи. 5. Расчет турбулентного течения

практическое занятие (8 часа(ов)):

1. Внешние течения. Обтекание тел. Обтекание цилиндра потоком вязкой несжимаемой жидкости. Моделирование внешнего сжимаемого течения. 2. Моделирование периодического течения и теплопереноса (пример решения задачи расчета решетки теплообменника). 3. Моделирование многофазных течений. Течения газа с взвешенными частицами. Расчет течений со свободными границами. 4. Нестационарные задачи. 5. Расчет турбулентного течения

Тема 7. Тема 7. Индивидуальная задача *практическое занятие (4 часа(ов)):*



Расчет течения для заданной геометрии, свойств среды и граничных условий. Визуализация полей рассчитанных функций. Расчет интегральных характеристик. Параметрические расчеты.

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. Тема 1. Численные методы решения задач аэромеханики. Метод конечных объемов.	8		Подготовка к самостоятельной работе		устный опрос по теме Система уравнений движения жидкости и газа. Обобщенное уравнение переноса. Метод конечных объемов. Уравнение диффузии. Уравнение конвективной диффузии. Описание схем аппроксим
2.	Тема 2. Тема 2. САЕ ? проектирование. Использование CFD пакетов. Организация CFD пакетов. Этапы работы.	8		Подготовка к самостоятельной работе		устный опрос по теме САЕ - проектирование: проектирование, моделирование. Этап моделирования. Организация СFD программ. Препроцессинг, решатель, постпроцессинг.

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
3.	Тема 3. Тема 3. Работа в графическом редакторе (препроцессинг).	8		Подготовка к самостоятельной работе		выполнение индивидуального задания по теме Графический редактор. Общее описание. Элементарные объекты для создания геометрии: узлы, линии, грани, объемы. Булевы операции с геометрическими объектами
4.	Тема 4. Тема 4. Задание граничных условий. Свойства среды. Этап расчета.	8		Подготовка к самостоятельной работе	4	устный опрос по теме Задание граничных условий. Типичные граничные условия. Определение граничных профилей. Свойства среды. Выбор различных моделей газовой динамики. Свойства смесей газов.
5.	Тема 5. Тема 5. Постпроцессинг. Дополнительные функции UDS и UDF.	8		Подготовка к самостоятельной работе		устный опрос по теме Постпроцессинг. Графическое представление расчетных результатов. Создание дополнительных функций. Создание дополнительных точек, линий и сечений в расчетной области.

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
6.	Тема 6. Тема 6. Типичные задачи механики жидкости и газа.	8		Подготовка к самостоятельной работе	6	выполнение индивидуального задания по темам 1. Внешние течения. Обтекание тел. Обтекание цилиндра потоком вязкой несжимаемой жидкости. Моделирование внешнего сжимаемого течения.
7.	Тема 7. Тема 7. Индивидуальная задача	8		Подготовка к самостоятельной работе		Выполнение индивидуального задания. Письменный отчет.
	Итого				52	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Для проведения лекции используется возможности мультимедийного класса с проектированием части лекций в виде презентации на экран, с включением в лекцию видео материалов. Для решения практических задач используются занятия в дисплейном классе. Интерактивные формы проведения занятий составляют 40% аудиторной нагрузки.

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

Тема 1. Тема 1. Численные методы решения задач аэромеханики. Метод конечных объемов.

устный опрос по теме Система уравнений движения жидкости и газа. Обобщенное уравнение переноса. Метод конечных объемов. Уравнение диффузии. Уравнение конвективной диффузии. Описание схем аппроксим, примерные вопросы:

1. Система уравнений движения жидкости и газа. 2. Обобщенное уравнение переноса. 3. Метод конечных объемов. Уравнение диффузии. 4. Метод конечных объемов. Уравнение конвективной диффузии. 5. Описание схем аппроксимации. 6. Алгоритм Simple. 7. Решение системы алгебраических уравнений для дискретных значений функций.

Тема 2. Тема 2. САЕ ? проектирование. Использование CFD пакетов. Организация CFD пакетов. Этапы работы.

устный опрос по теме CAE - проектирование: проектирование, моделирование и изготовление. Этап моделирования. Организация CFD программ. Препроцессинг, решатель, постпроцессинг. , примерные вопросы:

11. CAE - проектирование: проектирование, моделирование и изготовление. 12. Этап моделирования. Организация CFD программ. Препроцессинг, решатель, постпроцессинг.

Тема 3. Тема 3. Работа в графическом редакторе (препроцессинг).



выполнение индивидуального задания по теме Графический редактор. Общее описание. Элементарные объекты для создания геометрии: узлы, линии, грани, объемы. Булевы операции с геометрическими объектами, примерные вопросы:

- 13. Графический редактор. Общее описание. 14. Элементарные объекты для создания геометрии: узлы, линии, грани, объемы. 15. Булевы операции с геометрическими объектами.
- 16. Глобальная и локальная системы координат. 17. Экспорт геометрии в расчетный модуль.
- 18. Программирование в среде графического редактора. 19. Параметризация создаваемой геометрии. 20. Сеточное разбиение расчетной области. 21. Типы двумерных и трехмерных конечных объемов. Регулярное и нерегулярное разбиение

Тема 4. Тема 4. Задание граничных условий. Свойства среды. Этап расчета.

устный опрос по теме Задание граничных условий. Типичные граничные условия. Определение граничных профилей. Свойства среды. Выбор различных моделей газовой динамики. Свойства смесей газов., примерные вопросы:

22. Задание граничных условий. Типичные граничные условия. 23. Определение граничных профилей. 24. Свойства среды. Выбор различных моделей газовой динамики. 25. Свойства смесей газов. Выбор физической модели. 26. Выбор численных схем в среде CFD пакета. 27. Выбор типов решателей. 28. Постпроцессинг. Графическое представление расчетных результатов.

Тема 5. Тема 5. Постпроцессинг. Дополнительные функции UDS и UDF.

устный опрос по теме Постпроцессинг. Графическое представление расчетных результатов. Создание дополнительных функций. Создание дополнительных точек, линий и сечений в расчетной области., примерные вопросы:

29. Создание дополнительных функций. 30. Создание дополнительных точек, линий и сечений в расчетной области. 31. Определение интегральных характеристик. 32. Анимация. 33. Адаптация сетки. Критерии для адаптации. 34. Дополнительные модули пользователя (UDF).

Тема 6. Тема 6. Типичные задачи механики жидкости и газа.

выполнение индивидуального задания по темам 1. Внешние течения. Обтекание тел. Обтекание цилиндра потоком вязкой несжимаемой жидкости. Моделирование внешнего сжимаемого течения., примерные вопросы:

1. Внешние течения. Обтекание тел. Обтекание цилиндра потоком вязкой несжимаемой жидкости. Моделирование внешнего сжимаемого течения. 2. Моделирование периодического течения и теплопереноса (пример решения задачи расчета решетки теплообменника). 3. Моделирование многофазных течений. Течения газа с взвешенными частицами. Расчет течений со свободными границами. 4. Нестационарные задачи. 5. Расчет турбулентного течения

Тема 7. Тема 7. Индивидуальная задача

Выполнение индивидуального задания. Письменный отчет., примерные вопросы:

Расчет течения для заданной геометрии, свойств среды и граничных условий. Визуализация полей рассчитанных функций. Расчет интегральных характеристик. Параметрические расчеты.

Примерные вопросы к экзамену:

Вопросы для аттестации по итогам освоения дисциплины:

- 1. Система уравнений движения жидкости и газа.
- 2. Обобщенное уравнение переноса.
- 3. Метод конечных объемов. Уравнение диффузии.
- 4. Метод конечных объемов. Уравнение конвективной диффузии.
- 5. Описание схем аппроксимации.
- 6. Алгоритм Simple.
- 7. Решение системы алгебраических уравнений для дискретных значений функций.
- 8. Нестационарные задачи.
- 9. Граничные условия.
- 10. Основные модели турбулентности в CFD пакетах.



- 11. САЕ проектирование: проектирование, моделирование и изготовление.
- 12. Этап моделирования. Организация CFD программ. Препроцессинг, решатель, постпроцессинг.
- 13. Графический редактор. Общее описание.
- 14. Элементарные объекты для создания геометрии: узлы, линии, грани, объемы.
- 15. Булевы операции с геометрическими объектами.
- 16. Глобальная и локальная системы координат.
- 17. Экспорт геометрии в расчетный модуль.
- 18. Программирование в среде графического редактора.
- 19. Параметризация создаваемой геометрии.
- 20. Сеточное разбиение расчетной области.
- 21. Типы двумерных и трехмерных конечных объемов. Регулярное и нерегулярное разбиение.
- 22. Задание граничных условий. Типичные граничные условия.
- 23. Определение граничных профилей.
- 24. Свойства среды. Выбор различных моделей газовой динамики.
- 25. Свойства смесей газов. Выбор физической модели.
- 26. Выбор численных схем в среде CFD пакета.
- 27. Выбор типов решателей.
- 28. Постпроцессинг. Графическое представление расчетных результатов.
- 29. Создание дополнительных функций.
- 30. Создание дополнительных точек, линий и сечений в расчетной области.
- 31. Определение интегральных характеристик.
- 32. Анимация.
- 33. Адаптация сетки. Критерии для адаптации.
- 34. Дополнительные модули пользователя (UDF).

7.1. Основная литература:

Механика сплошной среды, Нигматулин, Роберт Искандерович, 2014г.

- 1.Сборник задач по газовой динамике [Текст: электронный ресурс] : учебное пособие / Казан. гос. ун-т ; [сост. Е.И. Филатов, Г.Н. Чукурумова] .- (Казань : Казанский федеральный университет, 2014) . Ч. 1: Одномерные течения [Текст: электронный ресурс] .- Электронные данные (1 файл: 0,37 Мб) .- (Казань : Казанский федеральный университет, 2014) . Загл. с экрана . Режим доступа: открытый . <URL:http://libweb.ksu.ru/ebooks/publicat/0-749361.pdf>.
- 2.Сборник задач по газовой динамике [Текст: электронный ресурс] : учебное пособие / Казан. гос. ун-т ; [сост. Е.И. Филатов, Г.Н. Чукурумова] .- (Казань : Казанский федеральный университет, 2014) . Ч. 2: Двумерные течения [Текст: электронный ресурс] . Электронные данные (1 файл: 0,44 Мб) . (Казань : Казанский федеральный университет, 2014) . Загл. с экрана . Режим доступа: открытый . <URL:http://libweb.ksu.ru/ebooks/publicat/0-760480.pdf>.

7.2. Дополнительная литература:

- 1.Покровский В.В. Механика. Методы решения задач: учебное пособие. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. 253 с. http://e.lanbook.com/view/book/8713/
- 2.Алямовский, А. А. SolidWorks 2007/2008. Компьютерное моделирование в инженерной практике / А. А. Алямовский, А. А. Собачкин, Е. В. Одинцов, А. И. Харитонович, Н. Б. Пономарев. ? СПб.: БХВ-Петербург, 2008. ? 1040 с, http://znanium.com/bookread.php?book=350267



3. Ефимова Е.И. Чухлей В.Д. Нагабедян В.С. Моделирование воздушных потоков в помещениях метрополитена на платформе SolidWorks / Интернет-журнал \"Науковедение\", Вып. 1, 2014, http://znanium.com/bookread.php?book=476043

7.3. Интернет-ресурсы:

сайт фирмы ANSYS с описанием пакета Fluent - www.ansys.com математический образовательный сайт - www.exponenta.ru сайт по пакетам CFD пакетам - www.cfd-online.com электронная база научной литературы - www.scopus.com электронная база научной литературы - www.sciencedirect.com

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Организация и использование коммерческих CFD пакетов" 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 оборудованием 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.

Компьютеры с установленными на них CFD пакетами.

Видеопроектор с экраном.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 010800.62 "Механика и математическое моделирование" и профилю подготовки Общий профиль .



Автор(ы):	
Зарипов Ш.Х	
" "	201 г.
	
Рецензент(ы):	
"	_ 201 г.