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

Организация и использование коммерческих CFD пакетов Б1.В.ДВ.8

Направление подготовки: 01.03.03 - Механика и математическое моделирование
Профиль подготовки: Общий профиль
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский

Автор(ы):
Зарипов Ш.Х.

Рецензент(ы):
Егоров А.Г.

СОГЛАСОВАНО:
Заведующий(ая) кафедрой: Зарипов Ш. Х.
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

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 задач 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 ' Б1.В.ДВ.8 Дисциплины (модули)' основной образовательной программы 01.03.03 Механика и математическое моделирование и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 8 семестр.
Дисциплина относится к разделу Б3.В.6 ООП и развивает представления об организации и использовании 'коммерческих' CFD 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
ОПК-4 (профессиональные компетенции)	способностью находить, анализировать, реализовывать программно и использовать на практике математические алгори
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью строго доказать утверждение, сформулировать результат, увидеть следствия полученного результата
ПК-4 (профессиональные компетенции)	готовностью использовать основы теории эксперимента в механике, понимание роли эксперимента в математическом моделировании процессов и явлений реального мира

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 CFD 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 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 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	Практи-ческие занятия	Лабора-торные работы	
1.	Тема 1. Тема 1. Тема 1. Численные методы решения задач аэромеханики. Метод конечных объемов.	8		8	0	0	
2.	Тема 2. Тема 2. Тема 2. CAE - 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	6	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практи-ческие занятия	Лабора-торные работы	
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	
.	Тема . Итоговая форма контроля	8		0	0	0	Экзамен
	Итого			28	28	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. 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. Тема 2. CAE - 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)):

Работа в графическом редакторе. Создание геометрии расчетной области. Булевы операции с геометрическими объектами. Глобальная и локальная системы координат. Экспорт геометрии в расчетный модуль. Сеточное разбиение расчетной области.

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

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Графический редактор. Общее описание. Элементарные объекты для создания геометрии: 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.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Задание граничных условий. Типичные граничные условия для задач механики жидкости. Определение граничных профилей. Выбор различных моделей газовой динамики и свойств смесей газов. Выбор численных схем в среде CFD пакета. 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. Адаптация сетки. Критерии для адаптации. Написание дополнительных модулей пользователя (UDF).

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

лекционное занятие (4 часа(ов)):

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

практическое занятие (8 часа(ов)):

Примеры решения задачи обтекания цилиндра потоком вязкой несжимаемой жидкости, внешнего сжимаемого течения. Моделирование периодического течения и теплопереноса (пример решения задачи расчета решетки теплообменника). Моделирование многофазных течений. Течения газа с взвешенными частицами. Расчет течений со свободными границами. Нестационарные задачи. 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	Се-местр	Неде-ля семе стра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудо-емкость (в часах)	Формы контроля самосто-ятельной работы
1.	Тема 1. Тема 1. Тема 1. Численные методы решения задач					

аэромеханики. Метод конечных объемов.

8		Вывод дискретных уравнений в рамках метода конечных объемов для одномерных зажач диффузии и конвективной диффузии. Решение полученной алгебраической системы.	

4	Сравнение с аналитическим

решением

N	Раздел дисциплины	Се-местр	Неде-ля семе стра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудо-емкость (в часах)	Формы контроля самосто-ятельной работы
2.	Тема 2. Тема 2. Тема 2. CAE - проектирование. Использование CFD пакетов. Организация CFD пакетов. Этапы работы.	8		Изучение возможностей CFD пакетов.	2	Представлени схемы решения гидродинамич задачи в CFD пакете.
3.	Тема 3. Тема 3. Работа в графическом редакторе (препроцессинг).	8		Освоение работы в графическом пакете.	4	Примеры простейших расчетных областей и регулярного и нерегулярного сеточного разбиения.
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения						
Для проведения лекции используются 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.						
4.	Тема 4. Тема 4. Задание граничных условий. Свойства среды.	8		Изучение типов граничных условия и способов их задания. Выбор модели среды.	4	Описание граничных условий и моделей среды для различных постановок.
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов						
5.	Тема 5. Тема 5. Построение дополнительные функции UDS и UDF.	8		Изучение способов графического представления расчетных результатов и создание простых модулей UDF.	4	Примеры графического представления расчетных результатов и програм-м UDF.
Тема 1. Тема 1. Тема 1. Численные методы решения задач аэромеханики. Метод конечных объемов. Сравнение с аналитическим решением, 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.						
6.	Тема 6. Тема 6. Типичные задачи гидроаэромеханики жидкости и газа.	8		Знакомство с решением типичных задач гидроаэромеханики в CFD пакете.	4	Примеры решенных типичных задач гидроаэромеха в пакете.
Тема 2. Тема 2. Тема 2. CAE - проектирование. Использование CFD пакетов. Организация CFD пакетов. Этапы работы. Представление схемы решения гидродинамической задачи в CFD пакете. , примерные вопросы: 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.						
7.	Тема 7. Тема 7. Индивидуальная задача	8		Постановка и решение индивидуальной задачи в пакете.	12	Результаты решения индивидуальн задачи в пакете и их анализ.
Тема 3. Тема 3. Работа в графическом редакторе (препроцессинг). Примеры простейших расчетных областей и регулярного и нерегулярного сеточного разбиения. , примерные вопросы:						
	Итого				34	

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.

Описание граничных условий и моделей среды для различных постановок. , 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.

Примеры графического представления расчетных результатов и программ UDF. , 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.

Примеры решенных типичных задач гидроаэромеханики в пакете. , 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

Результаты решения индивидуальной задачи в пакете и их анализ., примерные вопросы:

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

Итоговая форма контроля

экзамен (в 8 семестре)

Примерные вопросы к итоговой форме контроля

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. CAE - 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:

1. Гиргидов А. Д. Механика жидкости и газа (гидравлика): Учебник / А.Д. Гиргидов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 704 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). ISBN 978-5-16-009473-1 - Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/443613

2. Маничев В. Б. Численные методы. Достоверное и точное численное решение дифференц.и алгебр.уравнений в CAE-системах САПР: Уч.пос. / Маничев В.Б., Глазкова В.В., Кузьмина И.А. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 152 с. - (ВО:Бакалавр.) ISBN 978-5-16-010366-2 - Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/423817

3. Аэродинамика и тепломассообмен газодисперсных потоков: Учебное пособие / Шиляев М.И., - 2-е изд., испр. и доп. - М.:Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 288 с. - (Высшее образование: Бакалавриат) ISBN 978-5-91134-976-9 - Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/486371

7.2. Дополнительная литература:

1. Алямовский А. А. SolidWorks 2007/2008. Компьютерное моделирование в инженерной практике: Практическое пособие / Алямовский А.А., Собачкин А.А., Одинцов Е.В. - СПб:БХВ-Петербург, 2008. - 1038 с. ISBN 978-5-94157-994-5 - Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/350267

2. Моделирование воздушных потоков в помещениях метрополитена на платформе SolidWorks [Интернет-журнал 'Науковедение', Вып. 1, 2014, стр. -] - Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/476043

7.3. Интернет-ресурсы:

Сайт посвященный методам решения задач вычислительной гидрогазодинамики - http://lorenabarba.com/blog/cfd-python-12-steps-to-navier-stokes/

Сайт посвященный методам решения задач вычислительной гидрогазодинамики - http://lorenabarba.com/blog/cfd-python-12-steps-to-navier-stokes/

Сайт посвященный методам решения задач вычислительной гидрогазодинамики - http://lorenabarba.com/blog/cfd-python-12-steps-to-navier-stokes/

Сайт посвященный программам вычислительной гидрогазодинамики - http://www.cfd-online.com/

Сайт посвященный программам вычислительной гидрогазодинамики - http://www.cfd-online.com/

Сайт посвященный программам вычислительной гидрогазодинамики - http://www.cfd-online.com/

Сайт посвященный программе ANSYS FLUENT - http://www.ansys.com/

Сайт посвященный программе ANSYS FLUENT - http://www.ansys.com/

Сайт посвященный программе ANSYS FLUENT - http://www.ansys.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 " БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен студентам. 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 профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. 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, УМК, 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 профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен студентам. 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.

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 Cre i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы

подключения: USB,audi, 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 "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам.

Электронно-библиотечная система "ZNANIUM.COM" реализует легальное хранение, распространение и защиту цифрового контента учебно-методической литературы для вузов с условием обязательного соблюдения авторских и смежных прав.
Компьютеры с установленными на них лиценззионным CFD пакетом.
Видеопроектор с экраном.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 01.03.03 "Механика и математическое моделирование" и профилю подготовки Общий профиль .

Автор(ы):
Зарипов Ш.Х. _____
"__" _____ 201 __ г.

Рецензент(ы):
Егоров А.Г. _____
"__" _____ 201 __ г.