МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Самарский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ:
Первый проректор-проректор по учебной работе
_____ / Д.Е. Овчинников
"_____" _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.04.12 «Специальные вопросы компьютерного моделирования объектов теплоэнергетики»

Код и направление подготовки (специальность)	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Направленность (профиль)	Промышленная теплоэнергетика
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2023
Институт / факультет	Теплоэнергетический факультет
Выпускающая кафедра	кафедра "Промышленная теплоэнергетика"
Кафедра-разработчик	кафедра "Промышленная теплоэнергетика"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	144 / 4
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Экзамен

Самара 2023

Б1.В.04.12 «Специальные вопросы компьютерного моделирования объектов теплоэнергетики»

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) **13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника**, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от № 143 от 28.02.2018 и соответствующего учебного плана.

Разработчик РПД:

Доцент, кандидат технических наук, доцент	Д.И Пащенко
(должность, степень, ученое звание)	(ФИО)

Заведующий кафедрой	А.В. Еремин, доктор технических наук, доцент
	(ФИО, степень, ученое звание)

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методического совета факультета / института (или учебно-методической комиссии)	Н.В Маслобойникова, кандидат филологических наук, доцент
	(ФИО, степень, ученое звание)
Руководитель образовательной программы	А.С. Горшенин, кандидат технических наук, доцент
	(ФИО, степень, ученое звание)

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы 4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы 4
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся 4
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий 5
4.1 Содержание лекционных занятий 5
4.2 Содержание лабораторных занятий 6
4.3 Содержание практических занятий 9
4.4. Содержание самостоятельной работы 9
5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю) 10
6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения 10
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем 10
8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) 10
9. Методические материалы 11
10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) 13

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

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Профессиональные компетенции			
Не предусмотрено	ПК-6 Способен проводить сертификационные испытания энергетического оборудования	ПК-6.1 Знать: Конструкции современного энергетического оборудования	Знать Конструкции современного энергетического оборудования
		ПК-6.2 Уметь: Использовать приборную базу для проведения сертификационных испытаний	Уметь Использовать приборную базу для проведения сертификационных испытаний
		ПК-6.3 Владеть: Методикой проведения сертификационных испытаний	Владеть Методикой проведения сертификационных испытаний

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы: **базовая часть**

Код компетенции	Предшествующие дисциплины	Параллельно осваиваемые дисциплины	Последующие дисциплины
ПК-6		Современные методы проектирования принципиальных тепловых схем	Оптимизация конструкций теплоэнергетического оборудования; Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы; Производственная практика: преддипломная практика

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

Вид учебной работы	Всего часов / часов в электронной форме	6 семестр часов / часов в электронной форме

Аудиторная контактная работа (всего), в том числе:	64	64
Лабораторные работы	48	48
Лекции	16	16
Внеаудиторная контактная работа, КСР	4	4
Самостоятельная работа (всего), в том числе:	40	40
подготовка к лабораторным работам	40	40
Контроль	36	36
Итого: час	144	144
Итого: з.е.	4	4

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

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы				
		ЛЗ	ЛР	ПЗ	СРС	Всего часов
1	Компьютерное моделирование объектов теплоэнергетики.	4	4	0	0	8
2	Компьютерные модели на основе CFD-моделирование	8	36	0	30	74
3	Специальные модули решателя Fluent	4	8	0	10	22
	КСР	0	0	0	0	4
	Контроль	0	0	0	0	36
	Итого	16	48	0	40	144

4.1 Содержание лекционных занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема лекции	Содержание лекции (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
6 семестр				
1	Компьютерное моделирование объектов теплоэнергетики.	Введение в компьютерное моделирование объектов теплоэнергетики	Место компьютерного моделирования в теплоэнергетике. Последние достижения компьютерного моделирования. Возможности компьютерного моделирования.	2
2	Компьютерное моделирование объектов теплоэнергетики.	Программные продуктов для реализации алгоритмов	Коммерческие программы ANSYS, Comsol, FlowVision, Star CCM++. Open-source программы и оболочки (OpenFOAM, Salome). Облачные сервисы для алгоритмизации компьютерных задач в энергетике	2

3	Компьютерные модели на основе CFD-моделирование	Этапы компьютерного моделирования	Этапы компьютерного моделирования и CFD-моделирования. Black-box в компьютерном моделировании.	2
4	Компьютерные модели на основе CFD-моделирование	Постановка задачи. Геометрия и сетка.	Анализ исходных данных. Постановка задачи. Построение геометрии. Дискретизация расчетной сетки.	2
5	Компьютерные модели на основе CFD-моделирование	Как происходит CFD-моделирование?	Элементарные ячейки. Сетка. Численные методы решения уравнений в узлах сетки. Аппроксимация результатов.	2
6	Компьютерные модели на основе CFD-моделирование	Модули для использования в задачах моделирования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии	Уравнение Навье-Стокса. Модели турбулентности. k-e модель, k-omega модель, модель Спаларта-Альмараса, модель рейнольдсовых напряжений, SST модель. Расчет ламинарного течения. LES подход моделирования.	2
7	Специальные модули решателя Fluent	Модули для использования в задачах моделирования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии	Модули для использования в задачах моделирования ветряных электрогенераторов	2
8	Специальные модули решателя Fluent	Модули для использования в задачах моделирования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии	Модули для использования в задачах моделирования солнечных подогревателей воздуха. Solar Calculator.	2
Итого за семестр:				**16**
Итого:				**16**

4.2 Содержание лабораторных занятий

№ занятия	**Наименование раздела**	**Тема лабораторного занятия**	**Содержание лабораторного занятия** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	**Количество часов / часов в электронной форме**
6 семестр				
1	Компьютерное моделирование объектов теплоэнергетики.	Знакомство с интерфейсом программного продукта ANSYS для имплементации алгоритмов компьютерных задач в энергетике	Лицензии. Запуск программы. Диалоговое окно Project Schematic. Модули программы. Запуск модулей DesignModeller и SpaceClaim. Создание удаленного доступа для ведения и хранения отчетов по дисциплине.	2

2	Компьютерное моделирование объектов теплоэнергетики.	Знакомство с интерфейсом программного продукта ANSYS для имплементации алгоритмов компьютерных задач в энергетике	Лицензии. Запуск программы. Диалоговое окно Project Schematic. Модули программы. Запуск модулей DesignModeller и SpaceClaim. Создание удаленного доступа для ведения и хранения отчетов по дисциплине.	2
3	Компьютерные модели на основе CFD-моделирование	CFD-моделирование ламинарного потока	Анализ исходных данных. Построение геометрии. Граничные условия. Сетка. Алгоритм решения задачи на основе модуля laminar. Постобработка результатов.	2
4	Компьютерные модели на основе CFD-моделирование	CFD-моделирование ламинарного потока	Анализ исходных данных. Построение геометрии. Граничные условия. Сетка. Алгоритм решения задачи на основе модуля laminar. Постобработка результатов.	2
5	Компьютерные модели на основе CFD-моделирование	CFD-моделирование ламинарного потока	Верификация и валидация результатов.	2
6	Компьютерные модели на основе CFD-моделирование	Исследование динамики обтекания цилиндра изотермическим потоком жидкости	Анализ исходных данных. Построение геометрии. Граничные условия. Сетка. Алгоритм решения задачи на основе модели турбулентности SST transition . Постобработка результатов.	2
7	Компьютерные модели на основе CFD-моделирование	Исследование динамики обтекания цилиндра изотермическим потоком несжимаемой жидкости	Анализ исходных данных. Построение геометрии. Граничные условия. Сетка. Алгоритм решения задачи на основе модели турбулентности SST transition . Постобработка результатов.	2
8	Компьютерные модели на основе CFD-моделирование	Исследование динамики обтекания цилиндра изотермическим потоком несжимаемой жидкости	Анализ исходных данных. Построение геометрии. Граничные условия. Сетка. Алгоритм решения задачи на основе модели турбулентности SST transition . Постобработка результатов.	2
9	Компьютерные модели на основе CFD-моделирование	Исследование динамики обтекания цилиндра изотермическим потоком несжимаемой жидкости	Анализ исходных данных. Построение геометрии. Граничные условия. Сетка. Алгоритм решения задачи на основе модели турбулентности SST transition . Постобработка результатов.	2
10	Компьютерные модели на основе CFD-моделирование	Исследование динамики обтекания цилиндра изотермическим потоком несжимаемой жидкости	Верификация и валидация результатов.	2

11	Компьютерные модели на основе CFD-моделирование	Изучение течения многофазной жидкости с помощью программного продукта ANSYS Fluent	Анализ исходных данных. Построение геометрии. Граничные условия. Сетка. Алгоритм решения задачи на основе модели турбулентности k-e. Динамическая постановка задачи. Постобработка результатов.	2
12	Компьютерные модели на основе CFD-моделирование	Изучение течения многофазной жидкости с помощью программного продукта ANSYS Fluent	Анализ исходных данных. Построение геометрии. Граничные условия. Сетка. Алгоритм решения задачи на основе модели турбулентности k-e. Динамическая постановка задачи. Постобработка результатов.	2
13	Компьютерные модели на основе CFD-моделирование	Изучение течения многофазной жидкости с помощью программного продукта ANSYS Fluent	Анализ исходных данных. Построение геометрии. Граничные условия. Сетка. Алгоритм решения задачи на основе модели турбулентности k-e. Динамическая постановка задачи. Постобработка результатов.	2
14	Компьютерные модели на основе CFD-моделирование	Изучение течения многофазной жидкости с помощью программного продукта ANSYS Fluent	Анализ исходных данных. Построение геометрии. Граничные условия. Сетка. Алгоритм решения задачи на основе модели турбулентности k-e. Динамическая постановка задачи. Постобработка результатов.	2
15	Компьютерные модели на основе CFD-моделирование	Изучение течения многофазной жидкости с помощью программного продукта ANSYS Fluent	Верификация и валидация результатов.	2
16	Компьютерные модели на основе CFD-моделирование	CFD-моделирование горения метана в среде воздуха с помощью программного продукта ANSYS Fluent	Анализ исходных данных. Построение геометрии. Граничные условия. Сетка. Алгоритм решения задачи на основе модели турбулентности k-e. Модуль speacies transport. Постобработка результатов.	2
17	Компьютерные модели на основе CFD-моделирование	CFD-моделирование горения метана в среде потока воздуха с помощью программного продукта ANSYS Fluent	Анализ исходных данных. Построение геометрии. Граничные условия. Сетка. Алгоритм решения задачи на основе модели турбулентности k-e. Модуль speacies transport. Постобработка результатов.	2
18	Компьютерные модели на основе CFD-моделирование	CFD-моделирование горения метана в среде потока воздуха с помощью программного продукта ANSYS Fluent	CFD-моделирование горения метана в среде потока воздуха с помощью программного продукта ANSYS Fluent	2

19	Компьютерные модели на основе CFD-моделирование	CFD-моделирование горения метана в среде потока воздуха с помощью программного продукта ANSYS Fluent	Анализ исходных данных. Построение геометрии. Граничные условия. Сетка. Алгоритм решения задачи на основе модели турбулентности k-e. Модуль speacies transport. Постобработка результатов.	2
20	Компьютерные модели на основе CFD-моделирование	CFD-моделирование горения метана в среде потока воздуха с помощью программного продукта ANSYS Fluent	Верификация и валидация результатов.	2
21	Специальные модули решателя Fluent	CFD-моделирование горения метана в среде потока воздуха с помощью программного продукта ANSYS Fluent	Анализ исходных данных. Построение геометрии. Граничные условия. Сетка. Алгоритм решения задачи на основе модели турбулентности k-e. Модуль Solar Calculator. Постобработка результатов.	2
22	Специальные модули решателя Fluent	CFD-моделирование горения метана в среде потока воздуха с помощью программного продукта ANSYS Fluent	Анализ исходных данных. Построение геометрии. Граничные условия. Сетка. Алгоритм решения задачи на основе модели турбулентности k-e. Модуль Solar Calculator. Постобработка результатов.	2
23	Специальные модули решателя Fluent	CFD-моделирование горения метана в среде потока воздуха с помощью программного продукта ANSYS Fluent	Анализ исходных данных. Построение геометрии. Граничные условия. Сетка. Алгоритм решения задачи на основе модели турбулентности k-e. Модуль Solar Calculator. Постобработка результатов.	2
24	Специальные модули решателя Fluent	CFD-моделирование горения метана в среде потока воздуха с помощью программного продукта ANSYS Fluent	Верификация и валидация результатов.	2
			Итого за семестр:	**48**
			Итого:	**48**

4.3 Содержание практических занятий

Учебные занятия не реализуются.

4.4. Содержание самостоятельной работы

Наименование раздела	**Вид самостоятельной работы**	**Содержание самостоятельной работы** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	**Количество часов**
6 семестр			

Компьютерные модели на основе CFD-моделирование	Подготовка к лабораторным работам	алгоритмы	30
Специальные модули решателя Fluent	Подготовка к лабораторным работам	алгоритмы	10
		Итого за семестр:	**40**
		Итого:	**40**

5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)

№ п/п	Библиографическое описание	Ресурс НТБ СамГТУ (ЭБС СамГТУ, IPRbooks и т.д.)
Дополнительная литература		
1	Чигарев, А.В. ANSYS для инженеров : Справ.пособие / А.В.Чигарев,А.С.Кравчук,А.Ф.Смалюк.- М., МашиностроениеМ., Машиностроение-1, 2004.- 511 с.	Книжный фонд

Доступ обучающихся к ЭР НТБ СамГТУ (elib.samgtu.ru) осуществляется посредством электронной информационной образовательной среды университета и сайта НТБ СамГТУ по логину и паролю.

6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения

При проведении лекционных занятий используется мультимедийное оборудование.

Организовано взаимодействие обучающегося и преподавателя с использованием электронной ин-формационной образовательной среды университета.

№ п/п	Наименование	Производитель	Способ распространения
1	ansys	ansys (Зарубежный)	Свободно распространяемое

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование	Краткое описание	Режим доступа

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

Лекционные занятия

Аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения,

служащими для представления учебной информации большой аудитории (наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер/ноутбук), учебно-наглядные пособия, тематические иллюстрации).

Практические занятия

fgffh
fhg

Лабораторные занятия

Аудитории для лабораторных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер/ноутбук), учебно-наглядные пособия, тематические иллюстрации).

Самостоятельная работа

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интеренет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде СамГТУ:

- читальный зал НТБ СамГТУ (ауд. 200 корпус № 8; ауд. 125 корпус № 1; ауд. 41, 31, 34, 35 Главный корпус библиотеки, ауд. 83а, 414, 416, 0209 АСА СамГТУ; ауд. 401 корпус №10);
- компьютерные классы (ауд. 208, 210 корпус № 8).

9. Методические материалы

Методические рекомендации при работе на лекции

До лекции студент должен просмотреть учебно-методическую и научную литературу по теме лекции с тем, чтобы иметь представление о проблемах, которые будут разбираться в лекции.

Перед началом лекции обучающимся сообщается тема лекции, план, вопросы, подлежащие рассмотрению, доводятся основные литературные источники. Весь учебный материал, сообщаемый преподавателем, должен не просто прослушиваться. Он должен быть активно воспринят, т.е. услышан, осмыслен, понят, зафиксирован на бумаге и закреплен в памяти. Приступая к слушанию нового учебного материала, полезно мысленно установить его связь с ранее изученным. Следя за техникой чтения лекции (акцент на существенном, повышение тона, изменение ритма, пауза и т.п.), необходимо вслед за преподавателем уметь выделять основные категории, законы и определять их содержание, проблемы, предполагать их возможные решения, доказательства и выводы. Осуществляя такую работу, можно значительно облегчить себе понимание учебного материала, его конспектирование и дальнейшее изучение.

Конспектирование лекции позволяет обработать, систематизировать и лучше сохранить

полученную информацию с тем, чтобы в будущем можно было восстановить в памяти основные, содержательные моменты. Типичная ошибка, совершаемая обучающимся, дословное конспектирование речи преподавателя. Как правило, при записи «слово в слово» не остается времени на обдумывание, анализ и синтез информации. Отбирая нужную информацию, главные мысли, проблемы, решения и выводы, необходимо сокращать текст, строить его таким образом, чтобы потом можно было легко в нем разобраться. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых можно будет делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. С окончанием лекции работа над конспектом не может считаться завершенной. Нужно еще восстановить отдельные места, проверить, все ли понятно, уточнить что-то на консультации и т.п. с тем, чтобы конспект мог быть использован в процессе подготовки к практическим занятиям, зачету, экзамену. Конспект лекции – незаменимый учебный документ, необходимый для самостоятельной работы.

Методические рекомендации при работе на лабораторном занятии

Проведение лабораторной работы делится на две условные части: теоретическую и практическую.

Необходимыми структурными элементами занятия являются проведение лабораторной работы, проверка усвоенного материала, включающая обсуждение теоретических основ выполняемой работы.

Перед лабораторной работой, как правило, проводится технико-теоретический инструктаж по использованию необходимого оборудования. Преподаватель корректирует деятельность обучающегося в процессе выполнения работы (при необходимости). После завершения лабораторной работы подводятся итоги, обсуждаются результаты деятельности.

Возможны следующие формы организации лабораторных работ: фронтальная, групповая и индивидуальная. При фронтальной форме выполняется одна и та же работа (при этом возможны различные варианты заданий). При групповой форме работа выполняется группой (командой). При индивидуальной форме обучающимися выполняются индивидуальные работы.

По каждой лабораторной работе имеются методические указания по их выполнению, включающие необходимый теоретический и практический материал, содержащие элементы и последовательную инструкцию по проведению выбранной работы, индивидуальные варианты заданий, требования и форму отчетности по данной работе.

Отчет по лабораторной работе заполняется в электронном виде.

Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению с учетом потребностей и возможностей обучающегося.

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий;
- на лекциях, практических занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания;
- на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.;
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств представлен в приложении № 1.

Приложение 1 к рабочей программе дисциплины
Б1.В.04.12 «Специальные вопросы компьютерного моделирования объектов теплоэнергетики»

Фонд оценочных средств
по дисциплине
Б1.В.04.12 «Специальные вопросы компьютерного моделирования объектов теплоэнергетики»

Код и направление подготовки (специальность)	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Направленность (профиль)	Промышленная теплоэнергетика
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2023
Институт / факультет	Теплоэнергетический факультет
Выпускающая кафедра	кафедра "Промышленная теплоэнергетика"
Кафедра-разработчик	кафедра "Промышленная теплоэнергетика"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	144 / 4
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Экзамен

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

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Профессиональные компетенции			
Не предусмотрено	ПК-6 Способен проводить сертификационные испытания энергетического оборудования	ПК-6.1 Знать: Конструкции современного энергетического оборудования	Знать Конструкции современного энергетического оборудования
		ПК-6.2 Уметь: Использовать приборную базу для проведения сертификационных испытаний	Уметь Использовать приборную базу для проведения сертификационных испытаний
		ПК-6.3 Владеть: Методикой проведения сертификационных испытаний	Владеть Методикой проведения сертификационных испытаний

Матрица соответствия оценочных средств запланированным результатам обучения

Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства	Текущий контроль успеваемости	Промежуточная аттестация
Компьютерное моделирование объектов теплоэнергетики.				
ПК-6.1 Знать: Конструкции современного энергетического оборудования	**Знать** Конструкции современного энергетического оборудования	-	Да	Нет
ПК-6.2 Уметь: Использовать приборную базу для проведения сертификационных испытаний	**Уметь** Использовать приборную базу для проведения сертификационных испытаний	-	Да	Нет
ПК-6.3 Владеть: Методикой проведения сертификационных испытаний	**Владеть** Методикой проведения сертификационных испытаний	-	Да	Нет
Компьютерные модели на основе CFD-моделирование				

ПК-6.1 Знать: Конструкции современного энергетического оборудования	**Знать** Конструкции современного энергетического оборудования	-	Да	Нет
ПК-6.2 Уметь: Использовать приборную базу для проведения сертификационных испытаний	**Уметь** Использовать приборную базу для проведения сертификационных испытаний	-	Да	Нет
ПК-6.3 Владеть: Методикой проведения сертификационных испытаний	**Владеть** Методикой проведения сертификационных испытаний	-	Да	Нет
Специальные модули решателя Fluent				
ПК-6.1 Знать: Конструкции современного энергетического оборудования	**Знать** Конструкции современного энергетического оборудования	-	Да	Нет
ПК-6.2 Уметь: Использовать приборную базу для проведения сертификационных испытаний	**Уметь** Использовать приборную базу для проведения сертификационных испытаний	-	Да	Нет
ПК-6.3 Владеть: Методикой проведения сертификационных испытаний	**Владеть** Методикой проведения сертификационных испытаний			

«Специальные вопросы компьютерного моделирования объектов теплоэнергетики»

2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы.

2.1. Формы текущего контроля успеваемости

Семестр 6

Темы рефератов

31. Основы вычислительной гидродинамики (CFD) и ее применение в энергетике.
32. История развития программного комплекса Ansys Fluent.
33. Математическое моделирование ламинарных течений в трубах.
34. Математическое моделирование турбулентных течений: модели турбулентности.
35. Физические основы образования дорожки Кармана и ее практическое значение.
36. Численное моделирование вихревых структур за плохообтекаемыми телами.
37. Химическая кинетика и ее роль в моделировании горения метана.
38. Моделирование процессов смешения жидкостей в аппаратах энергетики.
39. Теплообмен излучением и его учет при моделировании солнечных подогревателей.
40. Применение Ansys Fluent для моделирования теплообменных аппаратов.
41. Методы построения расчетных сеток: структурированные и неструктурированные сетки.
42. Граничные условия в задачах вычислительной гидродинамики.
43. Постпроцессинг и визуализация результатов CFD-расчетов.
44. Верификация и валидация результатов компьютерного моделирования.
45. Моделирование двухфазных течений в энергетическом оборудовании.
46. Применение CFD для оптимизации горелочных устройств.
47. Моделирование процессов теплообмена в электронной промышленности.
48. Использование Ansys Fluent в задачах вентиляции и кондиционирования.
49. Моделирование аэродинамики элементов газотурбинных установок.
50. Численное исследование гидравлического сопротивления трубопроводов.
51. Влияние качества сетки на точность решения в Ansys Fluent.
52. Методы ускорения сходимости итерационных процессов.
53. Параллельные вычисления в Ansys Fluent.
54. Современные тенденции развития программных продуктов для CFD.
55. Применение CFD для моделирования аварийных ситуаций в энергетике.
56. Моделирование процессов коррозии и эрозии в оборудовании.
57. Численное моделирование ветроэнергетических установок.
58. Применение Ansys Fluent в задачах гидроэнергетики.
59. Сравнительный анализ программных продуктов для CFD: Ansys Fluent, OpenFOAM, STAR-CCM+.
60. Перспективы использования искусственного интеллекта в вычислительной гидродинамике.

Типовые тестовые задания для проведения текущего контроля успеваемости

1. Что означает аббревиатура CFD?
а) Computer Functional Design;
б) Computational Fluid Dynamics (Вычислительная гидродинамика);
в) Central Flow Department;
г) Complex Frequency Device.

2. Какой программный продукт является основным в данном курсе?
а) Ansys Mechanical;
б) Ansys Fluent;
в) SolidWorks;
г) AutoCAD.

3. Для чего в Ansys Fluent создается расчетная сетка (Mesh)?
а) для красивого отображения модели;
б) для разбиения области течения на множество маленьких ячеек, в которых ведутся вычисления;
в) для защиты модели от ошибок;
г) для уменьшения размера файла.

4. Какое течение изучается в первой лабораторной работе?
а) турбулентное течение в трубе;
б) ламинарное течение в трубе;
в) сверхзвуковое течение;
г) течение с химической реакцией.

5. Что такое дорожка Кармана?
а) название улицы в Москве;
б) цепочка вихрей, срывающихся с цилиндра при обтекании потоком;

в) метод построения сетки;
г) тип граничного условия.

6. Какой газ моделируется в лабораторной работе по горению?
а) водород;
б) метан;
в) пропан;
г) кислород.

7. Какое граничное условие чаще всего используется для имитации солнечного нагрева?
а) Velocity Inlet (вход по скорости);
б) Pressure Outlet (выход по давлению);
в) Heat Flux (тепловой поток);
г) Symmetry (симметрия).

8. Что такое "сходимость" (Convergence) решения в Ansys Fluent?
а) завершение работы программы;
б) достижение невязками (Residuals) заданных малых значений и их стабилизация;
в) появление цветной картинки на экране;
г) сохранение результатов в файл.

9. В каком разделе Ansys Fluent можно посмотреть результаты расчета (графики, контуры, векторы)?
а) Setup;
б) Solution;
в) Results (Постпроцессинг);
г) Mesh.

10. Какое число подобия определяет режим течения жидкости (ламинарный или турбулентный)?
а) число Нуссельта (Nu);
б) число Прандтля (Pr);
в) число Рейнольдса (Re);
г) число Фурье (Fo).

Ключ к тестовым заданиям

№ вопроса	Ответ	№ вопроса	Ответ
1	Б	6	Б
2	Б	7	В
3	Б	8	Б
4	Б	9	В
5	Б	10	В

Кол-во верных ответов	Характеристика	Контролируемая компетенция
9 – 10	- глубокое знание учебно-программного материала; - умение свободно выполнять задания; - усвоение взаимосвязи основных понятий дисциплины; - способность самостоятельно приобретать новые знания и умения; - способность самостоятельно использовать углубленные знания.	УК-2, ОПК-1, ПК-5
7 – 8	- полное знание учебно-программного материала; - успешное выполнение предусмотренных программой заданий; - демонстрация систематического характера знаний по дисциплине и способность к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшего обучения в вузе и в будущей профессиональной деятельности.	УК-2, ОПК-1, ПК-5

Кол-во верных ответов	Характеристика	Контролируемая компетенция
5 – 6	- знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшего обучения; - выполнение заданий, предусмотренных программой; - допущение неточностей в ответе, но обладание необходимыми знаниями для их устранения.	УК-2, ОПК-1, ПК-5
4 и менее	- наличие пробелов в знаниях основного учебно-программного материала; - допущение принципиальных ошибок в выполнении предусмотренных программой заданий.	УК-2, ОПК-1, ПК-5

Типовые вопросы для письменного опроса
(раздел 1 – Введение в численное моделирование)

11. Предмет и задачи курса. Роль компьютерного моделирования в энергетике.
12. Основные этапы численного моделирования физических процессов.
13. Понятие вычислительной гидродинамики (CFD). Области применения.
14. Обзор программного обеспечения для CFD: Ansys Fluent.
15. Уравнения Навье-Стокса: физический смысл и роль в моделировании.
16. Понятие ламинарного и турбулентного режимов течения.
17. Число Рейнольдса: определение, физический смысл, критическое значение.
18. Основные подходы к моделированию турбулентности.
19. Этапы работы в Ansys Fluent: препроцессинг, решение, постпроцессинг.
20. Понятие расчетной сетки. Требования к качеству сетки.

Типовые вопросы для письменного опроса
(раздел 2 – Моделирование конкретных задач)

21. Постановка задачи ламинарного течения в трубе.
22. Граничные условия для задачи течения в трубе.
23. Анализ результатов моделирования течения в трубе (профиль скорости).
24. Физика образования дорожки Кармана. Условия возникновения.
25. Постановка задачи моделирования обтекания цилиндра.
26. Особенности сетки для моделирования дорожки Кармана.
27. Визуализация вихревой структуры (завихренность, Q-критерий).
28. Основы моделирования химически реагирующих течений.
29. Постановка задачи горения метана. Химическая кинетика.
30. Граничные условия для задачи горения.
31. Моделирование смешения жидкостей. Уравнение переноса компонента.
32. Постановка задачи смешения в сосуде. Естественная и вынужденная конвекция.
33. Анализ результатов смешения: поля концентраций.
34. Моделирование теплообмена излучением. Солнечный подогреватель.
35. Граничные условия для задачи солнечного нагрева: тепловой поток, излучение.
36. Особенности настройки материалов в задачах с теплообменом.
37. Понятие сходимости итерационного процесса. Критерии сходимости.
38. Типичные ошибки при моделировании и способы их устранения.
39. Верификация и валидация результатов моделирования.
40. Оформление отчета по результатам численного исследования.

2.2. Формы промежуточной аттестации
Семестр 1
Типовые вопросы для подготовки к экзамену
(раздел 1 – 2)

41. Роль компьютерного моделирования в современной энергетике.
42. Основные этапы решения инженерной задачи методом численного моделирования.
43. Программный комплекс Ansys Fluent: назначение и возможности.
44. Уравнения, лежащие в основе CFD-моделирования.
45. Ламинарное и турбулентное течение: критерии различия.
46. Число Рейнольдса: определение, расчет, применение.
47. Понятие расчетной сетки. Типы сеток (структурированные, неструктурированные).

48. Требования к качеству расчетной сетки. Адаптация сетки.
49. Граничные условия: типы и назначение.
50. Начальные условия: назначение и задание.
51. Итерационный метод решения. Понятие невязки (Residuals).
52. Сходимость решения: признаки хорошей и плохой сходимости.
53. Постпроцессинг: цели и инструменты (контуры, векторы, линии тока, графики).
54. Математическая постановка задачи ламинарного течения в трубе.
55. Анализ профиля скорости при ламинарном течении в трубе.
56. Особенности моделирования течения в круглой трубе.
57. Физическая природа возникновения дорожки Кармана.
58. Условия образования вихрей за цилиндром. Число Струхаля.
59. Постановка задачи моделирования дорожки Кармана в Ansys Fluent.
60. Методы визуализации вихревых структур (завихренность, Q-критерий).
61. Основы моделирования горения. Химическая кинетика.
62. Постановка задачи горения метана. Механизмы реакции.
63. Граничные условия для задачи горения (состав топлива, окислителя).
64. Анализ результатов моделирования горения: поля температур, концентраций.
65. Моделирование смешения жидкостей. Уравнение переноса компонента.
66. Задачи смешения с естественной и вынужденной конвекцией.
67. Анализ результатов смешения: поле концентраций, время смешения.
68. Моделирование теплообмена в Ansys Fluent.
69. Теплообмен излучением. Модели излучения в Ansys Fluent.
70. Постановка задачи солнечного подогревателя воздуха.
71. Граничные условия для солнечного подогревателя: задание теплового потока.
72. Учет зависимости свойств материалов от температуры.
73. Типичные ошибки при моделировании и способы их устранения.
74. Верификация и валидация численных моделей.
75. Параллельные вычисления в Ansys Fluent: принципы и настройка.
76. Оптимизация времени расчета: выбор модели и параметров сетки.
77. Применение Ansys Fluent для моделирования элементов котлов.
78. Применение Ansys Fluent для моделирования трубопроводных систем.
79. Применение Ansys Fluent для моделирования вентиляции.
80. Перспективы развития методов вычислительной гидродинамики в энергетике.

Примерная структура билета

САМАРСКИЙ ПОЛИТЕХ
Опорный университет

Минобрнауки России
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙУНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Промышленная теплоэнергетика»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

по дисциплине ***«Специальные вопросы компьютерного моделирования объектов теплоэнергетики»***

3. Основные этапы численного моделирования физических процессов.
4. Физическая природа возникновения дорожки Кармана. Условия образования вихрей.

Для направления 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Семестр 1

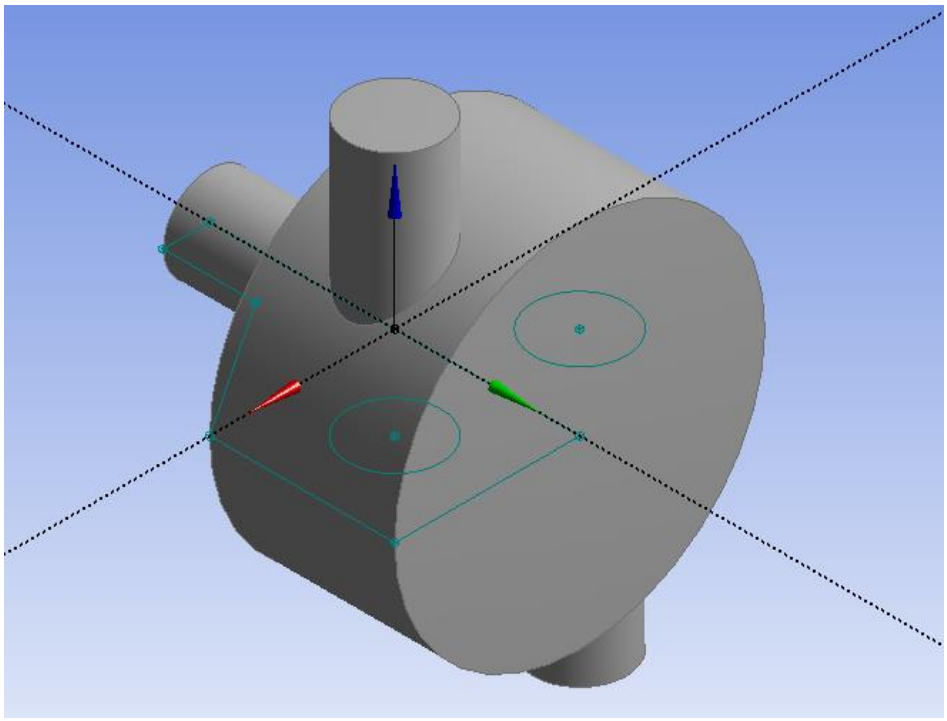
Составитель:
_____ Р.М. Мустафин
«____» _____ 20__ года

Заведующий кафедрой
_____ А.В. Еремин
«____» _____ 20__ года

В смесительном теплообменнике происходит смешение углекислого газа и метана температурами 200 и 493 ^{o}C и скоростями 8 и 16 м/с, соответственно. Подвод газов осуществляется через тангенциальные патрубки. Длина (наибольшее расстояние от выхода патрубка до корпуса смесительной камеры) обоих патрубков 3 метра, диаметры всех патрубков, в т.ч. выходящего 1 метр. Высота основной камеры 4 метра. Сужение основной камеры до выходного патрубка принять произвольным и на усмотрение студента.

Толщина пограничного слоя – 2 расчетных ячейки.

Построить визуальную модель смешения в ANSYS Workbench.



Результаты выполнения работы:

1. Print Screen трех измерений расчетной модели, выполненной в Design Modeler (обязательно указать масштаб сетки)
2. Print Screen расчетной сетки.
3. Сходимость решения (зависимость кривизны кривых скоростей в зависимости от числа итераций)
4. Векторное представление результатов расчета: а) скорости потоков; б) температура.
5. Сохраненный файл в персональной папке на сервере преподавателя.

Итого, 5 изображений и 1 файл проекта.

Отправить на почту pashchenkodmitry@mail.ru

В теме письма указать ФИО и номер группы.