

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИИЦЭ

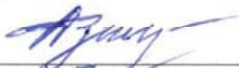
Матвеев А.С.
« 29 » 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Методы и средства моделирования технических систем

Направление подготовки/ специальность Образовательная программа (направленность (профиль)) Уровень образования Курс Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах) Виды учебной деятельности	13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника		
	"Экологически чистые технологии преобразования энергоносителей"		
	высшее образование - магистратура		
	2	семестр	3
	4		
	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		8
	Практические занятия		24
	Лабораторные занятия		-
	ВСЕГО		32
Самостоятельная работа, ч			112
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)			курсовой проект
ИТОГО, ч			144

Вид промежуточной аттестации	экзамен дифзачет	Обеспечивающее подразделение	НОЦ И.Н.Бутакова
---------------------------------	-----------------------------	---------------------------------	-----------------------------

Руководитель НОЦ И.Н. Бутакова		Заворин А.С.
Руководитель ООП		Губин В.Е.
Преподаватель		Беспалов В.В.

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5.4 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
УК(У)-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК(У)-2.1	Разрабатывает концепцию проекта, состав и порядок реализации	УК(У)-2.1 31	Основные подходы, порядок разработки и реализации проекта
				УК(У)-2.1 У1	Формирования концепции и структуры проекта
				УК(У)-2.1 В1	Разработки структуры и отдельных разделов проекта, выявление их взаимосвязи
ПК(У)-1	Способен проектировать технологические системы и отдельные элементы систем преобразования энергоносителей	ПК(У)-1.1	Составляет проекты энергетических систем	ПК(У)-1.1В1	Выполнения балансовых расчетов энергетических систем и оборудования
				ПК(У)-1.131	Технологические схемы, состав основного и вспомогательного оборудования установок экологически чистого преобразования энергоносителей
				ПК(У)-1.1 32	Назначение и функциональные возможности элементов и оборудования систем переработки топлива
				ПК(У)-1.1 У2	Составлять технологические схемы с заданными характеристиками
		ПК(У)-1.2	Проектирует оборудование энергетических систем	ПК(У)-1.2В1	Выполнения конструкторских расчетов оборудования и отдельных узлов энергетических систем
				ПК(У)-1.2У1	Моделировать и разрабатывать оборудование энергетических систем

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части, модуль общепрофессиональных дисциплин (обязательная часть) Блока 1 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД1	Принципы использования программных комплексов для инженерного анализа, включая теплопередачу, гидрогазодинамику, управление данными и процессами	ПК(У)-8.2
РД2	Использовать вычислительные комплексы для решения комплексных задач механики жидкости и газа, термодинамики, теплообмена, использовать гидро/газодинамические и тепловые модели устройств, проводить стационарный и нестационарный тепловой анализ	ПК(У)-8.1
РД3	Использовать вычислительные комплексы для выбора приоритетных вариантов тепловых схем и расчета параметров в различных режимах работы	ПК(У)-8.1, ПК(У)-8.2

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел 1 Введение	РД1	Лекции	4
		Практические занятия	12
		Самостоятельная работа	56
Раздел 2 Использование препроцессора Gambit для подготовки геометрической модели	РД2, РД3	Лекции	2
		Практические занятия	6
		Самостоятельная работа	28
Раздел 3 Применение пакета Fluent для моделирования процессов тепломассопереноса	РД2, РД3	Лекции	2
		Практические занятия	6
		Самостоятельная работа	28

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Введение

Понятие математической модели. Преимущества теории и эксперимента в математическом моделировании. Этапы математического моделирования. Основные этапы численного решения задачи на компьютере. Классификация погрешностей численного решения. Современные вычислительные методы исследования физических процессов. Пакетные технологии при решении задач механики жидкости и газа. Принципы инженерного анализа при использовании пакетов вычислительной гидродинамики. Составные элементы программного комплекса вычислительной гидродинамики Ansys Fluent.

Темы лекций:

1. Понятие математической модели. Принципы инженерного анализа при

использовании пакетов вычислительной гидродинамики.

Названия практических работ:

1. Общее знакомство с препроцессором Gambit и решателем Fluent.
2. Ознакомительный анализ течения вязкой несжимаемой жидкости в канале.

Раздел 2. Использование препроцессора Gambit для подготовки геометрической модели

Структура программы Gambit, основные разделы и функции. Принципы создания двумерных и трехмерных объектов. Построение конечно-элементной сетки, правила сгущения узлов вблизи термогидродинамически нагруженных областей, оценка корректности созданной пространственной стеки. Формулировка граничных условий и выделение анализируемых объектов.

Темы лекций:

1. Структура программы Gambit, основные разделы и функции. Формулировка граничных условий и выделение анализируемых объектов.

Названия практических работ:

1. Создание двумерных объектов с помощью точек, отрезков и геометрических примитивов.
2. Построение трехмерных объектов с помощью точек, отрезков и геометрических примитивов, используя возможности копирования и вырезания частей объекта.
3. Создание конечно-элементной сетки для двумерных объектов (прямоугольная, треугольная), сгущения в определенных зонах.
4. Полная детальная подготовка двумерных и трехмерных объектов для использования в программе Fluent (создание геометрии, построение неравномерной сетки, определение граничных условий).

Раздел 3. Применение пакета Fluent для моделирования процессов тепломассопереноса

Обработка созданного в препроцессоре геометрического объекта. Определение используемых математических моделей для анализа процессов переноса массы, импульса и энергии. Принципы введения физических характеристик среды. Детализация граничных условий. Выбор численных алгоритмов реализации задачи и определение внутренних параметров используемых методов. Установление комплексов, отражающих ход вычислительного процесса. Обработка полученных результатов. Построение двумерных и трехмерных полей скоростей, температуры, давления, концентрации и других искомым скалярных и векторных величин. Принципы построения контурных карт (изолинии определяемых величин). Создание анимационных фильмов, отражающих процесс развития явления во времени для нестационарных задач. Анализ интегральных параметров явления.

Темы лекций:

1. Обработка созданного в препроцессоре геометрического объекта.
2. Принципы построения контурных карт (изолинии определяемых величин).

Названия практических работ:

1. Исследование ламинарного неизотермического течения вязкой несжимаемой жидкости.
2. Моделирование ламинарного неизотермического течения вязкой несжимаемой жидкости в тракте энергетического оборудования.
3. Моделирование турбулентного течения вязкой несжимаемой жидкости в тракте энергетического оборудования.
4. Численный анализ турбулентного теплопереноса в двумерном канале.
5. Моделирование теплообмена в пространственной модели камеры смешения.
6. Исследование турбулентных режимов смешанной конвекции в рабочих зонах

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку
- Подготовка к лабораторным работам, к семинарским занятиям
- Подготовка к контрольной работе и зачету
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации
- Перевод текстов с иностранных языков
- Выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ и домашних контрольных работ
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме
- Подготовка к оценивающим мероприятиям

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение.

Основная литература:

1. Стрижак П. А., Глушков Д. О. Математическое моделирование процессов теплообмена с фазовыми превращениями и химическим реагированием в теплоэнергетике: учебное пособие. – Томск: Изд-во СТТ, 2017. – 149 с. (Режим доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2017/m071.pdf> — Загл. с экрана).
2. Гайдукова О. С., Глушков Д. О. Численное моделирование физико-химических процессов: учебное пособие. – Томск: Изд-во Алком, 2020. – 152 с. (Режим доступа: <https://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2020/m057.pdf> — Загл. с экрана).
3. Глушков Д. О., Жданова А. О. Моделирование тепловых процессов: методические указания к выполнению практических и лабораторных работ. – Томск: Изд-во Алком, 2020. – 44 с.

Дополнительная литература:

1. Атрошенко Ю. К. Прогностическое моделирование процессов теплообмена при оценках погрешностей измерений температур в узлах, блоках и агрегатах тепловых электрических станций: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Ю. К. Атрошенко. – Томск: ТПУ. – 2015. – 18 с. (Режим доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext/a/2015/71.pdf> — Загл. с экрана).
2. Куделин Н. С. Численное моделирование тепловых процессов в стенке трубопровода / Н. С. Куделин, П. О. Дедеев; науч. рук. С. Н. Харламов // Проблемы геологии и освоения недр труды XVIII Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, Томск, 7-11 апреля 2014 г.: в 2 т. – 611–613 с. (Режим доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext/c/2014/C11/V2/290.pdf> — Загл. с экрана).

6.2 Информационное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. <http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm> – международный научно-образовательный сайт EqWorld;

2. <http://www.math.ru/> – сайт о математике и для математиков;

Используемое лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

1. Mathcad Education, University Edition (100 pack) Maintenance Gold
2. Maple 18: Universities or Equivalent Degree Granting Institutions W/PCO Academic, Производитель: MapleSoft
3. Visual Studio Pro2012Russian Russia Only DVD
4. Mathematica 9 Professional Version Educational Bundled List Price

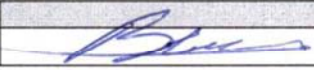
7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 301	Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 52 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт. WinDjView; 7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkelPad; Document Foundation LibreOffice; Google Chrome; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Mozilla Firefox ESR; Tracker Software PDF-XChange Viewer
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 302	Комплект учебной мебели на 42 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт. WinDjView; 7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkelPad; Document Foundation LibreOffice; Google Chrome; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Mozilla Firefox ESR; Tracker Software PDF-XChange Viewer

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность		ФИО
Доцент НОЦ И.Н.Бутакова		В.В. Беспалов

Программа одобрена на заседании НОЦ И.Н.Бутакова (протокол от 26.06.2020 г. №44)

Руководитель НОЦ И.Н.Бутакова,
д.т.н, профессор

 /А.С. Заворин/
подпись