

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИИЭ
(Матвеев А.С.)
« 29 » 06 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

Математическое моделирование процессов преобразования энергоресурсов

Направление подготовки/ специальность	13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Экологически чистые технологии преобразования энергоносителей		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	1	семестр	2
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	8	
	Практические занятия	-	
	Лабораторные занятия	24	
	ВСЕГО	32	
Самостоятельная работа, ч			76
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)			Курсовая работа
ИТОГО, ч			108

Вид промежуточной аттестации	Дифзачет, КР	Обеспечивающее подразделение	НОЦ И.Н.Бутакова
---------------------------------	-------------------------	---------------------------------	-----------------------------

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

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
ПК(У)-8	Способен формировать решения профессиональных задач путем интеграции фундаментальных разделов технических наук и прикладных знаний в сфере теплоэнергетики	ПК(У)-8.1	Использует фундаментальные знания для решения задач теплоэнергетики	ПК(У)-8.1В1	Применения закономерностей химической термодинамики, тепломассопереноса и гидрогазодинамики для решения задач тепломассопереноса и конверсии топлива
				ПК(У)-8.1В2	Моделирования процессов тепломассопереноса и конверсии топлива в условиях энергетического оборудования
				ПК(У)-8.1У1	Интерпретировать законы химической термодинамики, тепломассопереноса и гидрогазодинамики для решения задач тепломассопереноса и конверсии топлива
				ПК(У)-8.1З2	Методов применения законов термодинамики, химии и тепломассопереноса для решения технических задач
ПК(У)-4	Способен применять современные методы и средства практической инженерной	ПК(У)-4.1	Использует современные методы для решения задач в сфере создания и эксплуатации современного оборудования и установок для экологически чистого	ПК(У)-4.1 У1	Применять современные методы для анализа характеристик энергетического оборудования и систем

	деятельности в сфере создания и эксплуатации современного оборудования и установок для экологически чистого преобразования энергоносителей		преобразования энергоносителей	ПК(У)-4.1 31	Современные методы решения задач в сфере создания и эксплуатации современного оборудования и установок для экологически чистого преобразования энергоносителей
		ПК(У)-4.2	Использует современные средства для решения задач в сфере создания и эксплуатации современного оборудования и установок для экологически чистого преобразования энергоносителей	ПК(У)-4.2 У1	Применения современного программного обеспечения для моделирования процессов в установках преобразования энергоресурсов
				ПК(У)-4.2 31	Современные программные комплексы для моделирования процессов в установках преобразования энергоресурсов

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	Знать принципы использования программных комплексов для инженерного анализа, включая теплопередачу, гидрогазодинамику, управление данными и процессами		ПК(У)-8.1
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)-4.2
РД3	Использовать вычислительные комплексы для выбора приоритетных вариантов тепловых схем и расчета параметров в различных режимах работы		ПК(У)-4.2
РД4	Использовать современные методики для решения комплексных технических задач в области теплопередачи, гидрогазодинамики, управления данными и процессами		ПК(У)-4.1

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 Методы решения систем линейных алгебраических уравнений	РД1, РД4	Лекции	4
		Практические занятия	
		Лабораторные занятия	12
		Самостоятельная работа	38
Раздел 2 Краевые задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений	РД1	Лекции	2
		Практические занятия	
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	19
Раздел 3 Краевые задачи для дифференциальных уравнений в частных производных	РД3, РД2	Лекции	2
		Практические занятия	
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	19

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений

Введение. Терминология. Системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Прямые и итерационные методы решения таких систем. Отдельные представители группы прямых методов (метод Гаусса, метод прогонки, метод Крамера) и группы итерационных методов (метод простой итерации, метод Зейделя, метод релаксации).

Темы лекций:

1. Введение. Терминология. Две группы методов решения СЛАУ: прямые и итерационные. Формула Крамера. Особенности использования формулы Крамера.
2. Прямые методы. Метод Гаусса. Метод прогонки (алгоритм Томаса). Итерационные методы. Метод простой итерации и метод Зейделя. Методы релаксации.

Названия лабораторных работ:

1. Решение СЛАУ методами прогонки и Гаусса.
2. Решение СЛАУ методом верхней, нижней и полной релаксации.

Раздел 2. Краевые задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений

Обыкновенные дифференциальные уравнения (ОДУ). Типы задач для ОДУ. Классификация приближенных методов решения краевых задач для ОДУ. Отдельные методы решения ОДУ. Определение и особенности метода конечных разностей.

Темы лекций:

1. Математическая формулировка краевых задач для ОДУ. Классификация приближенных методов решения. Метод конечных разностей (построение разностной сетки; аппроксимация обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка; дискретизация граничных условий).

Названия лабораторных работ:

1. Решение первой и второй краевой задач для ОДУ.
2. Решение смешанной краевой задачи для ОДУ.

Раздел 3. Краевые задачи для дифференциальных уравнений в частных производных

Краевые задачи для дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка с учетом граничных условий I, II, III и IV рода. Аппроксимация, устойчивость и сходимость разностных схем для дифференциальных уравнений.

Темы лекций:

1. Примеры и классификация дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка. Постановка краевой задачи для дифференциальных уравнений. Примеры разностных схем решения уравнений параболического типа. Аппроксимация, устойчивость и сходимость разностных схем.

Названия лабораторных работ:

1. Решение задачи Дирихле для одномерного стационарного уравнения теплопроводности.
2. Решение задачи Неймана для одномерного стационарного уравнения теплопроводности.
3. Решение задачи Робена для одномерного стационарного уравнения теплопроводности.
4. Решение смешанной краевой задачи для нестационарного одномерного уравнения теплопроводности.
5. Решение сопряженной задачи для нестационарного одномерного уравнения теплопроводности.
6. Решение нестационарной задачи для одномерного уравнения теплопроводности в условиях нелинейности замыкающих соотношений.
7. Решение нестационарной задачи для одномерного уравнения теплопроводности с учетом переменности теплофизических характеристик материала.
8. Решение двумерной нестационарной краевой задачи для уравнения теплопроводности.

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.

1. Стрижак П. А., Глушков Д. О. Математическое моделирование процессов теплопереноса с фазовыми превращениями и химическим реагированием в

- теплоэнергетике: учебное пособие. – Томск: Изд-во STT, 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 теплопереноса 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. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic;
2. Microsoft Office 2013 Standard Russian Academic;
3. Document Foundation LibreOffice;
4. Cisco Webex Meetings;
5. Zoom.

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, 401	Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 48 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций,	Анеометр АТТ-1002 - 1 шт.; Измеритель двухканальный ТРМ 200 - 2 шт.; Верстак слесарный 109-13 - 2 шт.; Частотомер GFC-813Н - 1 шт.; Мультимонитор РНТ-027М (рН метр, кондуктометр) - 2

текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 101А	шт.;Манометр ДМ5001Е-4кгс/см2 - 2 шт.;Виброметр -К1 - 1 шт.;Виброизмерительный прибор "Опал" - 1 шт.;Сварочный аппарат - 1 шт.;Микроскоп - 1 шт.;Измеритель влажн. НТ-3004 - 1 шт.; Доска аудиторная поворотная - 1 шт.;Тумба подкатная - 1 шт.;Стол письменный - 1 шт.;Комплект учебной мебели на 11 посадочных мест; Компьютер - 12 шт.; Телевизор - 2 шт.
---	--

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
Ассистент		Кондаков А.А.

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