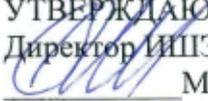


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
 «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
 Директор ИИЭ

  
 Матвеев А.С.  
 «30» 06 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2019 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ заочная**

<b>Моделирование тепловых процессов</b>			
Направление подготовки/ специальность	<b>13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника</b>		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Инженерия теплоэнергетики и теплотехники		
Специализация	Промышленная теплоэнергетика		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	5	семестр	<b>10</b>
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	<b>3</b>		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		<b>8</b>
	Практические занятия		<b>6</b>
	Лабораторные занятия		<b>4</b>
	<b>ВСЕГО</b>		<b>18</b>
Самостоятельная работа, ч		<b>90</b>	
<b>ИТОГО, ч</b>		<b>108</b>	

Вид промежуточной аттестации	<b>Зачет</b>	Обеспечивающее подразделение	<b>НОЦ И.Н. Бутакова</b>
Заведующий кафедрой - руководитель НОЦ И.Н. Бутакова на правах кафедры Руководитель ООП Преподаватель			Заворин А.С.
			Антонова А.М.
			Барановский Н.В.

2020 г.

### 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5 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)-5	Способен управлять технологическим оборудованием, контролировать параметры процессов и показатели получаемой продукции, показатели энерго- и ресурсоэффективности производственного цикла	И.ПК(У)-5.1	Демонстрирует понимание основ автоматического управления и регулирования.	ПК(У)-5.1В1	Владеет опытом анализа схем систем автоматического регулирования и управления технологическими процессами системы теплоснабжения
				ПК(У)-5.1У1	Умеет моделировать структуры и схемы систем автоматического регулирования и управления технологическими процессами системы теплоснабжения
				ПК(У)-5.1З1	Знает основные принципы построения систем автоматического регулирования и управления системы теплоснабжения
		И.ПК(У)-5.2	Выбирает технические средства измерения и контроля теплотехнических параметров системы теплоснабжения	ПК(У)-5.2В2	Владеет опытом выбора технических средств измерения и контроля теплотехнических параметров системы теплоснабжения
				ПК(У)-5.2У2	Умеет выбирать технические средства измерения и контроля теплотехнических параметров системы теплоснабжения
				ПК(У)-5.2З2	Знает методы и технические средства измерения и контроля теплотехнических параметров системы теплоснабжения
ПК(У)-6	Способен осуществлять проектирование и эксплуатацию теплотехнического, тепломеханического, теплообменного основного и вспомогательного оборудования	И.ПК(У)-6.1	Проектирует теплотехническое, тепломеханическое, теплообменное основное и вспомогательное оборудование, а также технологические установки, работающие под избыточным давлением, в строительстве и	ПК(У)-6.1В1	Владеет опытом проектирования теплотехнического, тепломеханического, теплообменного основного и вспомогательного оборудования, а также технологических установок, работающих под избыточным давлением, в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве, в теплоэнергетике, газовой, химической и атомной

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)			
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование		
	, а также технологических установок, работающих под избыточным давлением		жилищно-коммунальном хозяйстве, в теплоэнергетике, газовой, химической и атомной промышленности		промышленности		
				ПК(У)-6.1У1	Умеет применять методы проектирования теплотехническое, тепломеханическое, теплообменное основное и вспомогательное оборудование, а также технологические установки, работающие под избыточным давлением, в основной профессиональной деятельности		
				ПК(У)-6.131	Знает требования к оборудованию и методы его проектирования в основной профессиональной деятельности		
		И.ПК(У)-6.2	Эксплуатирует теплотехническое, тепломеханическое, теплообменное основное и вспомогательное оборудование, а также технологические установки, работающие под избыточным давлением, в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве, в теплоэнергетике, газовой, химической и атомной промышленности			ПК(У)-6.2В1	Владеет опытом эксплуатации теплотехнического, тепломеханического, теплообменного основного и вспомогательного оборудования, а также технологических установок, работающих под избыточным давлением, в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве, в теплоэнергетике, газовой, химической и атомной промышленности
						ПК(У)-6.2У1	Умеет эксплуатировать теплотехническое, тепломеханическое, теплообменное основное и вспомогательное оборудование, а также технологические установки, работающие под избыточным давлением, в основной профессиональной деятельности
						ПК(У)-6.231	Знает требования к эксплуатации оборудования в основной профессиональной деятельности

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части 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	
РД 1	Оценивать эффективность технологий получения, преобразования, транспорта и использования энергии в теплоэнергетических установках, нетрадиционных источниках энергии	И.ПК(У)-5.1
РД 2	Использовать инструменты автоматического управления и регулирования	И.ПК(У)-5.1
РД 3	Выбирать технические средства измерения и контроля теплотехнических параметров системы теплоснабжения	И.ПК(У)-5.2
РД 4	Проектировать теплотехническое, тепломеханическое, теплообменное основное и вспомогательное оборудование	И.ПК(У)-6.1
РД 5	Моделировать теплотехническое, тепломеханическое, теплообменное основное и вспомогательное оборудование, а также технологические установки, работающие под избыточным давлением, в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве, в теплоэнергетике, газовой, химической и атомной промышленности	И.ПК(У)-6.2
РД 6	Анализировать экологические и энергосберегающие показатели энергетического производства	И.ПК(У)-5.1
РД 7	Проводить выбор ресурсосберегающих мероприятий и технологий защиты окружающей среды на объектах теплоэнергетики	И.ПК(У)-5.2
РД 8	Анализировать режимы работы с формулированием предложений по повышению эффективности деятельности и модернизации предприятий с учетом современных инновационных подходов	И.ПК(У)-5.2

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.
<b>Раздел 1. Аппаратное и программное обеспечение для моделирования тепловых процессов</b>	РД1, РД2, РД3, РД4, РД5, РД6, РД7, РД8	Лекции	<b>2</b>
		Практические занятия	<b>1</b>
		Лабораторные занятия	<b>1</b>
		Самостоятельная работа	<b>25</b>
<b>Раздел 2. Моделирование элементарных тепловых процессов</b>	РД2, РД3, РД6	Лекции	<b>2</b>
		Практические занятия	<b>2</b>
		Лабораторные занятия	<b>1</b>
		Самостоятельная работа	<b>20</b>
<b>Раздел 3. Разностные методы решения задач теплопроводности</b>	РД1, РД4, РД5, РД7	Лекции	<b>2</b>
		Практические занятия	<b>2</b>
		Лабораторные занятия	<b>1</b>
		Самостоятельная работа	<b>25</b>
<b>Раздел 4. Методы искусственного интеллекта и анализа данных при моделировании тепловых процессов</b>	РД1, РД2, РД3, РД4, РД5, РД6, РД7, РД8	Лекции	<b>2</b>
		Практические занятия	<b>1</b>
		Лабораторные занятия	<b>1</b>
		Самостоятельная работа	<b>20</b>

Содержание разделов дисциплины:

## **Раздел 1. Аппаратное и программное обеспечение для моделирования тепловых процессов**

### **Темы лекций:**

1. Аппаратные вычислительные системы для моделирования тепловых процессов
2. Программные вычислительные системы и среды разработки программного обеспечения для моделирования тепловых процессов

### **Темы практических занятий:**

1. Выбор вычислительной системы и разработка стратегии вычислительного эксперимента

### **Названия лабораторных работ:**

1. Работа в программных вычислительных системах и средах разработки программного обеспечения

## **Раздел 2. Моделирование элементарных тепловых процессов**

### **Темы лекций:**

1. Интерполяция таблично заданных данных
2. Численное интегрирование
3. Решение задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения

### **Темы практических занятий:**

1. Разработка алгоритмов интерполяции и нахождения значений определенного интеграла

### **Названия лабораторных работ:**

1. Решение задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения методами Эйлера и Рунге-Кутты

## **Раздел 3. Разностные методы решения задач теплопроводности**

### **Темы лекций:**

1. Линейные задачи теплопроводности
2. Нелинейные задачи теплопроводности
3. Решение задач теплопроводности с внутренними источниками тепловыделения
4. Моделирование теплопереноса осложненного массопереносом

### **Темы практических занятий:**

1. Разработка алгоритмов решения линейных задач теплопроводности
2. Разработка алгоритмов решения нелинейных задач теплопроводности

### **Названия лабораторных работ:**

1. Решение задачи теплопроводности с внутренними источниками тепловыделения
2. Решение задачи теплопроводности совместно с диффузией

## **Раздел 4. Методы искусственного интеллекта и анализа данных при**

**Темы лекций:**

1. Нейронные сети, нечеткие множества и экспертные системы
2. Кластерный, регрессионный анализ и клеточные автоматы

**Темы практических занятий:**

1. Проектирование алгоритмов с использованием нейронных сетей и нечетких множеств
2. Основы проектирования экспертных систем

**Названия лабораторных работ:**

1. Проектирование алгоритмов кластерного и регрессионного анализа
2. Основы проектирования алгоритмов на базе клеточных автоматов

## **5. Организация самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) 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;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Подготовка к лабораторным работам и к практическим занятиям;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **6.1. Учебно-методическое обеспечение**

1. Стрижак, Павел Александрович. Математическое моделирование процессов теплопереноса с фазовыми превращениями и химическим реагированием в теплоэнергетике : учебное пособие / П. А. Стрижак, Д. О. Глушков; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во STT, 2017. — 149 с.
2. Стрижак, Павел Александрович. Математическое моделирование теплофизических процессов при решении инженерных задач : учебное пособие / П. А. Стрижак, Д. О. Глушков; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: АлКом, 2017. — 208 с..
3. Волков, Роман Сергеевич. Программно-аппаратные комплексы для экспериментального исследования физико-химических процессов : учебное пособие / Р. С. Волков, Д. О. Глушков, П. А. Стрижак; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: АлКом, 2017. — 250 с.
4. Тихонов, Андрей Николаевич. Уравнения математической физики : учебное пособие / А. Н. Тихонов, А. А. Самарский. — 6-е изд., стер.. — Екатеринбург: Юланд, 2016. — 735 с.
5. Бахвалов, Николай Сергеевич. Численные методы : учебное пособие / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков; Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова (МГУ). — 7-е изд.. — Москва: БИНОМ.

Лаборатория знаний, 2011. — 636 с.

6. Методы искусственного интеллекта в обработке данных и изображений: монография [Электронный ресурс] / А. Ю. Дёмин [и др.]. — Томск: Изд-во ТПУ, 2016. (Доступ: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2017/m013.pdf>)

## **6.2. Информационное и программное обеспечение**

Internet-ресурсы:

1. *Origin Lab* (<https://www.originlab.com/>)
2. *Delphi* (<https://www.embarcadero.com/ru/>)
3. *Matlab* (<https://www.mathworks.com/>)
4. *Python* (<https://www.python.org/>)
5. *Intel* (<https://www.intel.ru/content/www/ru/ru/homepage.html>)
6. *AMD* (<https://www.amd.com/ru>)
7. *Parallel.RU* (<https://parallel.ru/>)
8. *NVidia* (<https://developer.nvidia.com/>)
9. *МЦСТ Российские микропроцессоры и вычислительные комплексы* (<http://www.mcst.ru/>)
10. *Байкал Электроникс – Высокопроизводительные и энергоэффективные процессоры* (<https://baikalelectronics.ru/>)

Лицензионное программное обеспечение:

1. Matlab
2. Delphi
3. RAD Studio
4. C++ Builder
5. MS Visual Studio
6. Python
7. Origin Pro
8. Mathcad

## 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 (учебная лаборатория) 634050 Томская область, Томск, пр. Ленина, 30а, учебный корпус №4, аудитория 48	Комплект оборудования для проведения лабораторных работ по основным разделам Математического моделирования: <ul style="list-style-type: none"><li>– Мониторы (10 шт);</li><li>– Персональные компьютеры (10 шт);</li></ul>
2.	Аудитория для проведения учебных занятий (лекций), консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634050 Томская область, Томск, пр. Ленина, 30а, учебный корпус №4, аудитория 47	Комплект оборудования для проведения практических работ по английскому языку: <ul style="list-style-type: none"><li>– Персональный компьютер;</li><li>– Проектор LCD;</li><li>– Акустическая система;</li><li>– Усилитель мощности звука;</li></ul>

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, профиль «Инженерия теплоэнергетики и теплотехники», специализация «Промышленная теплоэнергетика» (приема 2019 г., заочная форма обучения).

Разработчик:

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

Программа одобрена на заседании НОЦ И.Н. Бутакова (протокол № 29 от 30.05.2019 г.).

Заведующий кафедрой – руководитель НОЦ И.Н. Бутакова  
на правах кафедры  
д.т.н., профессор

 /А.С. Заворин/  
подпись

**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании НОЦ И.Н. Бутакова (протокол)
2020/2021 учебный год	Изменена форма документов основных образовательных программ, в том числе УМК дисциплин	Приказ по ТПУ №127-7/об от 06.05.2020