

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования  
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»**

**УТВЕРЖДЕНА:**  
на заседании кафедры  
Протокол №7 от 10 марта 2025 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**«ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ / NUMERICAL SIMULATION  
TECHNOLOGY OF ENERGY POWER EQUIPMENT»**

---

Направление: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

---

Технологии и инжиниринг в теплоэнергетике

---

Квалификация: Бакалавр

---

Форма обучения: очная

---

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

## 1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

### 1.1 Дисциплина «Цифровые технологии в теплоэнергетике» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКС-4 Способность к контролю технического состояния, организации профилактических осмотров и ремонтов технологического оборудования	ПКС-4.2
ПКС-5 Способность к сбору и анализу данных, проведению расчетов оборудования при проектировании, модернизации объектов теплоэнергетики с проведением предварительного технико-экономического обоснования	ПКС-5.3

### 1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКС-4.2	Использует современные цифровые технологии для контроля технического состояния теплоэнергетического оборудования	<b>Знать</b> цифровые технологии для моделирования реальных технологических процессов работы теплоэнергетического оборудования <b>Уметь</b> применять цифровые технологии для контроля технического состояния теплоэнергетического оборудования <b>Владеть</b> навыками моделирования тепломассообменных процессов для контроля технического состояния теплообменного оборудования с использованием цифровых технологий
ПКС-5.3	Использует современные цифровые технологии для расчетов оборудования и технологических схем объектов теплоэнергетики	<b>Знать</b> цифровые технологии для расчетов теплоэнергетического оборудования и теплоэнергетических систем. <b>Уметь</b> применять цифровые технологии для проектировании и оптимизации работы теплоэнергетического оборудования. <b>Владеть</b> навыками оптимизации теплоэнергетической установки с использованием цифровых технологий.

## 2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Цифровые технологии в теплоэнергетике» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Информационные технологии»,

«Прикладные компьютерные программы», «Техническая термодинамика», «Тепломассообмен», «Гидрогазодинамика»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Тепловые двигатели», «Тепломассообменные установки в теплоэнергетике и в промышленности», «Оборудование ТЭС», «Режимы работы энергетических установок», «Цифровая диагностика и регулирование теплоэнергетических систем», «Эксплуатация парогенераторов», «Эксплуатация турбоустановок», «Производственная практика: эксплуатационная практика»

### 3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 5
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	48	48
лекции	16	16
лабораторные работы	32	32
практические/семинарские занятия	0	0
Контактная работа, в том числе	0	0
в форме работы в электронной информационной образовательной среде	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	24	24
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен	Экзамен

### 4 Структура и содержание дисциплины

#### 4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

##### Семестр № 5

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Введение. Модели и виды моделирования	1	2	1	4			3, 4	6	Просмотр
2	Математическое моделирование процессов тепломассоперено са	2	4	2, 3, 4, 5	12			1, 3, 4	8	Просмотр
3	Математическое	3	4	6, 7	8			1, 2,	6	Контрольн

	моделирование и оптимизация теплообменных аппаратов							3		ая работа
4	Методы решения задач оптимизации параметров и профиля теплоэнергетического оборудования	4	2	8	4			3	2	Просмотр
5	Искусственный интеллект в теплоэнергетике	5	4	9	4			3	2	Просмотр
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		16		32				60	

#### 4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

##### Семестр № 5

№	Тема	Краткое содержание
1	Введение. Модели и виды моделирования	Цель, задачи, объем и содержание курса. Цели и задачи моделирования и оптимизации теплотехнических процессов, установок и систем. Теплоэнергетическая установка как объект технико-экономической оптимизации. Классификация моделей. Математическое моделирование как основной метод решения задач оптимизации и проектирования теплотехнических процессов. Основные виды математических моделей. Этапы разработки математической модели.
2	Математическое моделирование процессов теплообмена	Современное состояние и краткий обзор развития моделирования процессов теплообмена. Классификация методов решения задач теплопроводности. Аналитические методы решения задач теплопроводности. Численные методы решения стационарных неоднородных задач теплопроводности. Конвективный теплообмен. Моделирование задач конвективного теплообмена. Применение метода конечных разностей к уравнениям конвективного теплообмена. Численные методы решения уравнений пограничного слоя. Численные методы решения уравнений Навье-Стокса. Радиационный теплообмен. Методы моделирования процесса радиационного теплообмена.
3	Математическое моделирование и оптимизация теплообменных аппаратов	Математическое описание структуры потока в аппарате. Модели идеального смешения и идеального вытеснения. Моделирование работы рекуперативного теплообменного аппарата. Постановка задачи оптимизации теплообменного

		аппарата. Модели и алгоритмы расчета установок выпаривания, абсорбции, сушки. Моделирование и оптимизация работы холодильных установок. Автоматизация математического моделирования тепломассообменных аппаратов.
4	Методы решения задач оптимизации параметров и профиля теплоэнергетического оборудования	Использование математических моделей теплотехнологии для анализа тепловых схем, режимов работы оборудования и технико-экономических показателей. Пакеты прикладных программ и банки данных теплотехнологии: анализ, использование и разработка. Методы решения задач оптимизации параметров и профиля оборудования ТЭУ.
5	Искусственный интеллект в теплоэнергетике	Введение в искусственный интеллект (ИИ). Методы и технологии ИИ. Нейронные сети. Машинное обучение. ИИ в теплоэнергетике.

### 4.3 Перечень лабораторных работ

#### Семестр № 5

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Системы автоматизированного проектирования	4
2	Моделирование ламинарного потока	2
3	Моделирование турбулентного потока	2
4	Моделирование теплопроводности	4
5	Моделирование естественной конвекции	4
6	Моделирование вынужденной конвекции	4
7	Моделирование рекуперативного теплообменника	4
8	Моделирование паровой турбины	4
9	Исследование режимов работы паровой турбины	4

### 4.4 Перечень практических занятий

Практических занятий не предусмотрено

### 4.5 Самостоятельная работа

#### Семестр № 5

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	4
2	Подготовка к контрольным работам	2
3	Проработка разделов теоретического материала	10
4	Создание математических и графических моделей процессов	8

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: дискуссия, мозговой штурм, метод кейсов, интерактивная лекция

## **5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины**

### **5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

#### **5.1.1 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:**

1. Графический редактор AutoCAD (версия 14) [Электронный ресурс]: методическое руководство для выполнения лабораторных работ, курсовых и дипломных проектов / Иркутский гос. технический ун-т. Ч. 1: Введение в AutoCAD, 1998. - 29 с.  
<http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-6219.pdf>
2. Графический редактор AutoCAD (версия 14) [Электронный ресурс]: методическое руководство для выполнения лабораторных работ, курсовых и дипломных проектов / Иркутский гос. технический ун-т. Ч. 2: Команды оформления чертежей, 1998. - 26 с.  
<http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-6230.pdf>

#### **5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:**

Компьютерные технологии в теплоэнергетике [Электронный ресурс]: пособие для бакалавров направления подготовки 140100 "Теплоэнергетика теплотехника" / Иркут. гос. техн. ун-т, 2011. - 56 с. <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-6309.pdf>

## **6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине**

### **6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля**

#### **6.1.1 семестр 5 | Просмотр**

##### **Описание процедуры.**

преподавателем выдается задание, выполнение которого проводится студентом при помощи методических указаний за компьютером с применением прикладных программ в течение 1 часа.

##### **Критерии оценивания.**

«зачтено» – задание выполнено без замечаний, «незачтено» – задание выполнено с замечаниями.

#### **6.1.2 семестр 5 | Контрольная работа**

##### **Описание процедуры.**

преподавателем выдается задание, выполнение которого проводится студентом самостоятельно за компьютером с применением прикладных программ в течение 1 часа.

##### **Критерии оценивания.**

«отлично» – работа выполнена без ошибок, «хорошо» – работа выполнена с одной ошибкой, «удовлетворительно» – работа выполнена с двумя ошибками; «неудовлетворительно» – допущены более двух ошибок.

### **6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

### 6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПКС-4.2	Демонстрирует способность использовать цифровые технологии для контроля технического состояния теплоэнергетического оборудования	Выполнение практических заданий, выполнение и защита лабораторных работ, устное собеседование по экзаменационным билетам
ПКС-5.3	Демонстрирует способность использовать цифровые технологии для расчетов оборудования и схем объектов теплоэнергетики	Выполнение практических заданий, выполнение и защита лабораторных работ, устное собеседование по экзаменационным билетам

### 6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

#### 6.2.2.1 Семестр 5, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

##### 6.2.2.1.1 Описание процедуры

Экзаменуемый готовится к ответам на вопросы и решает задачу в течение 40 минут. Затем проводится устное собеседование.

Пример задания:

1. Основные понятия современных информационных технологий. Цели и задачи моделирования и оптимизации теплотехнологических процессов, установок и систем.
2. Виды моделирования. Аналоговое моделирование. Физическое моделирование. Анализ размерностей. Теория подобия. Критерии подобия.
3. Смоделировать теплопроводность в стальном бруске длиной 1 м, шириной и высотой по 0,5 м. Температура горячей стенки 100 градусов С, с противоположной стенки отводится тепловой поток плотностью -4600 Вт/кв. м. Построить распределение температуры вдоль длины бруска. Определить температуру холодной стенки.\_

##### 6.2.2.1.2 Критерии оценивания

<b>Отлично</b>	<b>Хорошо</b>	<b>Удовлетворительно</b>	<b>Неудовлетворительно</b>
в случае: правильных и полных ответов на 2 вопроса и выполнения практического задания; правильного, но неполного ответа на один из вопросов, требующего уточняющих дополнительных вопросов со стороны преподавателя или ответа, содержащего ошибки не принципиального характера, которые студент исправляет после замечаний (дополнительных вопросов) преподавателя.	в случае: правильного, но неполного ответа на два вопроса, или ответов, содержащих ошибки не принципиального характера, которые студент исправляет после замечаний (дополнительных вопросов) преподавателя и выполнение практического задания.	в случае: неверного ответа (отсутствия ответа) на один вопрос и частичного выполнения практического задания.	в случае: неверного ответа (отсутствия ответов) на два вопроса и невыполнение практического задания.

## 7 Основная учебная литература

1. Графический редактор AutoCAD (версия 14) [Электронный ресурс] : методическое руководство для выполнения лабораторных работ, курсовых и дипломных проектов / Иркутский гос. технический ун-т. Ч. 1 : Введение в AutoCAD , 1998. - 29.
2. Графический редактор AutoCAD (версия 14) [Электронный ресурс] : методическое руководство для выполнения лабораторных работ, курсовых и дипломных проектов / Иркутский гос. технический ун-т. Ч. 2 : Команды оформления чертежей , 1998. - 26.

## 8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Пионкевич В. А. Новые информационные технологии в энергетике. Графический редактор AutuCAD для электротехнического проектирования. Базовый уровень : учебное пособие для самостоятельной работы студентов вузов всех форм обучения / В. А. Пионкевич, 2019. - 120.
2. Компьютерная графика AutoCAD : лабораторный практикум для студентов инженерно-технических специальностей / О. В. Белокрылова [и др.], 2008. - 184.
3. Бабенко М. И. AutoCAD 2010. Самоучитель / М. И. Бабенко, А. В. Лобяк 2010. - 447.

## 9 Ресурсы сети Интернет



1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

## **10 Профессиональные базы данных**

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

## **11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем**

1. Autodesk AutoCAD 2018
2. NanoCAD для учебного процесса
3. ТЕСИС \_ FlowVision \_поставка 2011

## **12 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

1. Компьютер Intel i3/Mb ASUS/2Gb/HDD500Gb/GF512/DVDRW/ATX450W/LCD 22/ИБП
2. Компьютер в сборе Asus P5Q--LD/Intel Core2Duo/DDRII 4Gb/320Gb\*2шт./DVDRW/ATX 450
3. Компьютер Intel i3/Mb ASUS/2Gb/HDD500Gb/GF512/DVDRW/ATX450W/LCD 22/ИБП
4. Компьютер в сборе Asus P5Q--LD/Intel Core2Duo/DDRII 4Gb/320Gb\*2шт./DVDRW/ATX 450W/Cardreader 512Mb /LG 19"/Ippon800
5. Компьютер в сборе Asus P5Q--LD/Intel Core2Duo/DDRII 4Gb/320Gb\*2шт./DVDRW/ATX 450
6. Компьютер Intel C-i24000/AS-H6/DDR-4Gb/SATA2Tb/PCI-E 1TB GF/ATX FSP550W/DVD-RW/L
7. Компьютер Intel C-i24000/AS-H6/DDR-4Gb/SATA2Tb/PCI-E 1TB GF/ATX FSP550W/DVD-RW/L
8. Компьютер Intel C-i24000/AS-H6/DDR-4Gb/SATA2Tb/PCI-E 1TB GF/ATX FSP550W/DVD-RW/L
9. Компьютер в сборе Asus P5Q--LD/Intel Core2Duo/DDRII 4Gb/320Gb\*2шт./DVDRW/ATX 450
10. Компьютер в сборе Asus P5Q--LD/Intel Core2Duo/DDRII 4Gb/320Gb\*2шт./DVDRW/ATX 450