

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего образования  
 «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и  
 дизайна»  
 (СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ  
 Директор ВШТЭ



## Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.02** Теплотехника в робототехнических системах

Учебный план: \_\_\_\_\_ ФГОС3++z150304P-1\_22-15.plx

Кафедра:  Промышленной теплоэнергетики

Направление подготовки:  
 (специальность) 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Профиль подготовки:  
 (специализация) Робототехнические системы

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: заочная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся			Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия	Лаб. занятия				
2	УП	8	4	4	124	4	4	Зачет
	РПД	8	4	4	124	4	4	
Итого	УП	8	4	4	124	4	4	
	РПД	8	4	4	124	4	4	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, утверждённым приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 09.08.2021 г. № 730

Составитель (и):

Доктор технических наук, профессор

Бойков Л.М.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой промышленной  
теплоэнергетики

Сморозин С.Н.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Ковалев Д.А.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать компетенции обучающегося в области теплотехники

**1.2 Задачи дисциплины:**

- в передаче студентам объёма знаний и методов получения, преобразования, передачи и использования теплоты, обеспечивающих восприятие последующих учебных курсов в соответствии с уровнем образования «бакалавриат»;

- обучению студентов квалифицированно проводить элементарные расчеты тепловых и материальных балансов, задач теплопроводности, конвективного теплообмена, теплообмена излучением и теплогидравлики;

- в использовании фактического научно-технического материала курса для непрерывной мировоззренческой и методологической подготовки студентов.

**1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:**

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Учебная практика, ознакомительная практика

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**ПК-3: Способен решать производственно-технические задачи по сопровождению эксплуатации оборудования робототехнических систем**

**Знать:** методы получения, преобразования, передачи и использования теплоты.

**Уметь:** выполнять расчеты теплотехнических задач.

**Владеть:** навыками решения теплотехнических задач для робототехнических систем.

### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа			СР (часы)	Инновац. формы занятий
		Лек. (часы)	Пр. (часы)	Лаб. (часы)		
Раздел 1. Техническая термодинамика	2					
Тема 1. Основные понятия и термины. Параметры состояния рабочего тела. Теплоемкость. Первый и второй законы термодинамики. Работа и внутренняя энергия. Понятие энтропии. Лабораторная работа №1. Определение термодинамических характеристик влажного воздуха		0,25	0,15	0,5	12	ИЛ
Тема 2. Основные термодинамические процессы: изохорный процесс, изобарный процесс, изотермический процесс, адиабатный процесс, политропный процесс.		0,25	0,15		10	ИЛ
Тема 3. Круговой процесс или цикл. Цикл Карно. Термодинамические основы компрессора. Циклы холодильных установок и теплового насоса. Газовые циклы.		0,25	0,15		4	ИЛ
Раздел 2. Теплопередача						
Тема 4. Основные термины и определения. Теплопроводность. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Теплопроводность плоской и цилиндрической стенки. Теплопроводность многослойной стенки.		0,25	0,1		10	ИЛ

<p>Тема 5. Дифференциальные уравнения теплообмена. Основы теории подобия. Теплообмен в жидкостях и газах. Теплообмен в пучках труб. Теплообмен при изменении агрегатного состояния вещества.</p> <p>Лабораторная работа №2. Определение коэффициента теплоотдачи при свободном движении от стенки вертикальной трубы к воздуху</p> <p>Лабораторная работа №3. Определение коэффициента теплоотдачи при свободном движении от стенки горизонтальной трубы к воздуху</p> <p>Лабораторная работа №4. Определение коэффициента теплоотдачи при вынужденном поперечном омывании коридорного пучка труб</p>	0,25	0,15	1,5	10	ИЛ
<p>Тема 6. Теплообмен излучением. Законы излучения. Лучистый теплообмен между двумя телами. Тепловое излучение газов. Основы теплового и гидравлического расчета теплообменных аппаратов.</p>	0,25	0,1		10	ИЛ
<p>Раздел 3. Котельные установки.</p>					
<p>Тема 7. Классификация котельных установок. Процессы, протекающие в котлоагрегате. Основы теории горения. Топочные устройства. Тепловой баланс и к.п.д. котлоагрегата.</p> <p>Лабораторная работа №5. Определение зольности топлива</p> <p>Лабораторная работа №6. Определение влажности топлива</p> <p>Лабораторная работа №7. Определение выхода летучих</p> <p>Лабораторная работа №8. Определение теплотворной способности топлива</p>	1	0,2	2	12	ИЛ
<p>Тема 8. Основы теплового расчета котельного агрегата. Конструктивный и поверочный расчеты. Методика теплового расчета элементов котельного агрегата. Аэродинамический расчет котельного агрегата.</p>	4	1		16	ИЛ
<p>Раздел 4. Тепловые электростанции</p>					
<p>Тема 9. Принципиальная тепловая схема ТЭС. Система топливоподачи. Схема водоподготовки ТЭС. Системы шлакоудаления и золоудаления. Система водоподготовки ТЭС.</p>	1			20	ИЛ

Тема 10. Паровые и газовые турбины. Термодинамические процессы в сопловом и лопаточном аппарате. Активные и реактивные турбины. Классификация и конструкция паровых турбин. Газотурбинные и парогазовые установки.	0,5	2		20	ИЛ
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	8	4	4	124	
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)	0,25				
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>	16,25			124	

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

#### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

##### 5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

##### 5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ПК-3	Имеет представление о методах получения, преобразования, передачи и использования теплоты. Способен выполнять расчеты теплотехнических задач. Демонстрирует навыки решения теплотехнических задач для робототехнических систем.	Вопросы устного собеседования Практико-ориентированные задания

##### 5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
Зачтено	Обучающийся дает в целом качественный ответ, основанный на всех источниках информации. Присутствуют небольшие пробелы в знаниях или несущественные ошибки.	Задача решена верно. Возможны небольшие погрешности
Не зачтено	Обучающийся не имеет достаточного уровня знаний, плохо ориентируется в основных понятиях и определениях дисциплины; допускает при ответе существенные ошибки.	Задача не решена. Значительные погрешности в расчетах.

##### 5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

##### 5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Курс 2	
1	Принципиальная схема газотурбинной установки
2	Регенеративный цикл
3	Цикл Ренкина
4	Цикл Карно для насыщенного пара
5	Основные характеристики топочных устройств
6	Коэффициент избытка воздуха
7	Материальный баланс горения твердого топлива
8	Тепловой баланс парогенератора
9	Схемы конденсационных электростанций на органическом топливе
10	Комбинированная и раздельная выработка электрической и тепловой энергии

11	Основные уравнения гидравлического расчета теплообменных аппаратов
12	Основные уравнения теплового расчета теплообменных аппаратов
13	Передача теплоты излучением между твердыми телами и газом
14	Передача теплоты излучением в твердых телах
15	Основные законы излучения в газах
16	Теплоотдача при течении жидкости в трубах
17	Теплопроводность плоской стенки
18	Уравнение энергии
19	Основные критерии подобия
20	Идеальный теплонасосный цикл Карно
21	Тепловая диаграмма холодильного цикла
22	Причины возникновения многоступенчатых компрессоров
23	Рабочий процесс поршневого компрессора
24	Первый закон термодинамики
25	Уравнение Ван-дер-Ваальса
26	Уравнение состояния идеального газа
27	Давление, удельный объем и температура рабочего тела

### 5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрены

### 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Определить плотность и удельный объем окиси углерода при давлении 1 бар и температуре 300 К.

Определить абсолютное давление в резервуаре, если манометр показывает 305 мм рт. ст., а барометр – 745 мм рт. ст.

## 5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

### 5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

### 5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная  Письменная  Компьютерное тестирование  Иная

### 5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Время на подготовку к зачету 40 мин, в это время входит подготовка ответа на теоретические вопросы и решение практической задачи.

В течение семестра выполняется контрольная работа.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
<b>6.1.1 Основная учебная литература</b>				
В.Н. Белоусов, С.Н. Смородин, В.Д. Цимбал	Топливо и процессы горения в тепловых энергетических установках . Ч. 1.: учеб. пособие	М-во науки и высшего образования РФ, С.-Петербург. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики. - Санкт-Петербург : ВШТЭ СПбГУПТД	2020	<a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kpte/1590531748.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kpte/1590531748.pdf</a>
С.Н. Смородин, А.Н. Иванов, В.Н. Белоусов	Котельные установки и парогенераторы [Текст ] : учеб.пособие	М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. - 2-е изд., испр. - СПб. : ВШТЭ СПбГУПТД	2018	<a href="https://nizrp.narod.ru/metod/kpte/2019_01_14_01.pdf">https://nizrp.narod.ru/metod/kpte/2019_01_14_01.pdf</a>

В.Г. Злобин, С.В. Горбай, Короткова	Техническая термодинамика [Текст]. Ч.1. Основные законы термодинамики. Циклы тепловых двигателей: учебное пособие	М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД	2016	<a href="http://www.nizrp.narod.ru/metod/tsuitd/5.pdf">http://www.nizrp.narod.ru/metod/tsuitd/5.pdf</a>
А.Н. Иванов, В.Н. Белоусов, С.Н. Смородин	Теплообменное оборудование предприятий [Текст]: учебное пособие	М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД	2016	<a href="http://www.nizrp.narod.ru/metod/kpte/18.pdf">http://www.nizrp.narod.ru/metod/kpte/18.pdf</a>
В.Г. Злобин	Паротурбинные установки тепловых и атомных электростанций. Часть 1. Тепловые схемы. Конструкция: учеб. пособие	М-во науки и высшего образования РФ, С.-Петербург. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики. - Санкт-Петербург : ВШТЭ СПбГУПТД	2020	<a href="http://nizrp.narod.ru/metod/tsuitd/1590157964.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/tsuitd/1590157964.pdf</a>
А. А. Верхованцев, В. Г. Злобин	Газотурбинные установки. Часть 2: Конструкция ГТУ и их элементов: учебное пособие	М-во науки и высшего образования РФ, С.-Петербург. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологий и энергетики.- Санкт-Петербург: ВШТЭ СПбГУПТД	2021	<a href="http://nizrp.narod.ru/metod/tsuitd/1639009385.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/tsuitd/1639009385.pdf</a>
В.А. Суслов	Тепломассообмен [Текст]: учебное пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2008	<a href="http://www.nizrp.narod.ru/teplomassoobmen.htm">http://www.nizrp.narod.ru/teplomassoobmen.htm</a>

#### 6.1.2 Дополнительная учебная литература

В.Н. Белоусов [и др.]	Тепломассообмен [Текст]: учебно-методическое пособие для выполнения лабораторных работ	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2014	<a href="http://www.nizrp.narod.ru/metod/kpte/11.pdf">http://www.nizrp.narod.ru/metod/kpte/11.pdf</a>
В.Н. Белоусов, О.С. Смирнова, С.Н. Смородин	Топливо и теория горения [Текст]: учебно-методическое пособие для выполнения лабораторных работ	М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД	2016	<a href="http://www.nizrp.narod.ru/metod/kpte/15.pdf">http://www.nizrp.narod.ru/metod/kpte/15.pdf</a>
В.А. Суслов	Программа и контрольные задания по курсу «Тепломассообмен» [Текст]	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2013	<a href="http://www.nizrp.narod.ru/metod/kpte/1.pdf">http://www.nizrp.narod.ru/metod/kpte/1.pdf</a>

#### 6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>

Электронно-библиотечная система ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://www.nizrp.narod.ru>

#### 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8

MicrosoftOfficeProfessional 2013

#### 6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска



Учебная аудитория	Специализированная мебель, доска
A-203	Лабораторные установки для определения влажности, зольности и выхода летучих веществ топлива, лабораторная установка для определения теплоты сгорания топлива, стенд учебный "Автоматизированная котельная на газообразном и жидком топливе", лабораторная установка Тепловой насос с МПСО, компьютерные тренажеры
A-205	Лабораторные установки для исследования процессов теплообмена в жидкостях и газах