

Министерство образования и науки Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
 «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»  
 ВЫСШАЯ ШКОЛА ТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГЕТИКИ



УТВЕРЖДАЮ  
 Директор ВШТЭ  
 П.В.Луканин

« 28 » 06 20 18 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Б1.Б.14**

(индекс дисциплины)

**Теплотехника**

(Наименование дисциплины)

Кафедра: **24** Промышленной теплоэнергетики

Код

(Наименование кафедры)

Направление подготовки: **15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств**

Профиль подготовки: **Автоматизация технологических процессов и производств ЦБП**

Уровень образования: **Бакалавриат**

### План учебного процесса

Составляющие учебного процесса		Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	<b>180</b>		<b>180</b>
	Аудиторные занятия	<b>72</b>		<b>16</b>
	Лекции	18		8
	Лабораторные занятия	36		8
	Практические занятия	18		
	Самостоятельная работа	72		155
	Промежуточная аттестация	<b>36</b>		<b>9</b>
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен	3		4
	Зачет			
	Контрольная работа			4
Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)		<b>5</b>		<b>5</b>

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Очная			<b>5</b>							
Очно-заочная										
Заочная				<b>5</b>						

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным  
государственным образовательным стандартом высшего образования  
по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и  
производств

На основании учебных планов № b150304-234  
z150304-234

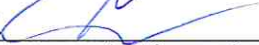
Кафедра-разработчик: Промышленной теплоэнергетики  
*(наименование кафедры)*

Заведующий кафедрой: Сморозин С.Н.   
*(Ф.И.О. заведующего, подпись)*

### СОГЛАСОВАНИЕ:

Выпускающая кафедра: Автоматизация технологических процессов и производств  
*(наименование кафедры)*

Заведующий кафедрой: Ковалёв Д.А.   
*(Ф.И.О. заведующего, подпись)*

Методический отдел: Смирнова В.Г.   
*(Ф.И.О. сотрудника отдела, подпись)*

# 1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая  Обязательная  Дополнительно является факультативом   
 Вариативная  По выбору

## 1.2. Цель дисциплины

Сформировать компетенции обучающегося в области теплотехники

## 1.3. Задачи дисциплины

- в передаче студентам объема 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.

## 1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ОПК-1	Способностью использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления продукции требуемого качества, заданного при наименьших затратах труда;	2
<b>Планируемые результаты обучения</b> Знать: закономерности взаимного превращения теплоты и работы, а также свойства тел, принимающих участие в этом превращении. Уметь: проводить элементарные расчеты теплотехнических задач. Владеть: осуществлением поиска, хранения, обработкой и анализа информации из различных источников данных, представлением ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий.		

## 1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:

- Учебная практика (практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности) (ОПК-1)

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
<b>Учебный модуль 1. Техническая термодинамика</b>			
Тема 1. Основные понятия и термины. Параметры состояния рабочего тела. Теплоемкость. Первый и второй законы термодинамики. Работа и внутренняя энергия. Понятие энтропии.	15		16
Тема 2. Основные термодинамические процессы: изохорный процесс, изобарный процесс, изотермический процесс, адиабатный процесс, политропный процесс.	15		16
Тема 3. Круговой процесс или цикл. Цикл Карно. Термодинамические основы компрессора. Циклы холодильных установок и теплового насоса. Газовые циклы.	15		16

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
<b>Текущий контроль 1</b> Устный опрос	1		
<b>Учебный модуль 2. Теплопередача</b>			
Тема 4. Основные термины и определения. Теплопроводность. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Теплопроводность плоской и цилиндрической стенки. Теплопроводность многослойной стенки.	15		16
Тема 5. Дифференциальные уравнения теплообмена. Основы теории подобия. Теплообмен в жидкостях и газах. Теплообмен в пучках труб. Теплообмен при изменении агрегатного состояния вещества.	15		16
Тема 6. Теплообмен излучением. Законы излучения. Лучистый теплообмен между двумя телами. Тепловое излучение газов. Основы теплового и гидравлического расчета теплообменных аппаратов.	15		16
<b>Текущий контроль 2</b> Устный опрос	1		
<b>Учебный модуль 3. Котельные установки.</b>			
Тема 7. Классификация котельных установок. Процессы, протекающие в котлоагрегате. Основы теории горения. Топочные устройства. Тепловой баланс и к.п.д. котлоагрегата.	15		16
Тема 8. Основы теплового расчета котельного агрегата. Конструктивный и поверочный расчеты. Методика теплового расчета элементов котельного агрегата. Аэродинамический расчет котельного агрегата.	15		15
<b>Текущий контроль 3</b> Устный опрос	1		
<b>Учебный модуль 4. Тепловые электростанции</b>			
Тема 9. Принципиальная тепловая схема ТЭС. Система топливоподачи. Схема водоподготовки ТЭС. Системы шлакоудаления и золоудаления. Система водоподготовки ТЭС.	8		10
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.	12		14
<b>Текущий контроль 4</b> Устный опрос	1		
<b>Текущий контроль 1-3</b> Контрольная работа			<b>20</b>
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине (экзамен)</b>	<b>36</b>		<b>9</b>
<b>ВСЕГО:</b>	<b>180</b>		<b>180</b>

### 3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

#### 3.1. Лекции

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	3	2			4	1
2	3	2			4	1
3	3	2			4	1
4	3	2			4	1
5	3	2			4	1
6	3	2			4	1
7	3	2			4	0,5
8	3	2			4	0,5
9	3	1			4	0,5
10	3	1			4	0,5
<b>ВСЕГО:</b>		<b>18</b>				<b>8</b>

#### 3.2. Практические и семинарские занятия

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	Уравнение состояния. Первый и второй законы термодинамики	3	2				

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
2	Термодинамические циклы тепловых машин	3	2				
3	Термодинамические процессы теплосиловых установок	3	2				
4	Теплопроводность тел различных форм	3	2				
5	Конвективный теплообмен	3	2				
6	Основы теплового и гидравлического расчета теплообменных аппаратов	3	2				
7	Тепловой баланс и к.п.д. котлоагрегата.	3	2				
8	Основы теплового расчета котельного агрегата	3	2				
9	Принципиальная тепловая схема ТЭС	3	1				
10	Паровые и газовые турбины	3	1				
<b>ВСЕГО:</b>			<b>18</b>				

### 3.3. Лабораторные занятия

Номера изучаемых тем	Наименование лабораторных занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	Определение термодинамических характеристик влажного воздуха	3	6			4	2
5	Определение коэффициента теплоотдачи при свободном движении от стенки вертикальной трубы к воздуху	3	6			4	2
5	Определение коэффициента теплоотдачи при свободном движении от стенки горизонтальной трубы к воздуху	3	6				
5	Определение коэффициента теплоотдачи при вынужденном поперечном омывании коридорного пучка труб	3	6			4	2
7	Определение зольности топлива	3	6				
10	Определение теплотворной способности топлива	3	6			4	2
<b>ВСЕГО:</b>			<b>36</b>				<b>8</b>

## 4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Не предусмотрено

## 5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1,2,3,4	Устный опрос	3	4				
1,2,3,4	Контрольная работа					4	1

## 6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Изучение лекционного материала	3	24			4	85
Подготовка к практическим занятиям	3	24				
Подготовка к лабораторным работам	3	24			4	50
Выполнение контрольной работы					4	20
Подготовка к экзамену	3	36			4	9
<b>ВСЕГО:</b>		<b>108</b>				<b>164</b>

## 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

### 7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий

Не предусмотрено

### 7.2. Система оценивания успеваемости и достижений обучающихся для промежуточной аттестации

традиционная

балльно-рейтинговая

## 8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Учебная литература

а) основная учебная литература

1. Бегляров А.Э. Основы проектирования тепловых установок [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Бегляров А.Э.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2015.— 207 с.,  
Режим доступа - IPRbooks - <http://www.iprbookshop.ru/40576>

2. Губарев А.В. Паротеплогенерирующие установки промышленных предприятий: учебное пособие для вузов/ Губарев А.В. БГТУ, ЭБС АСВ, 2013.- 240 с.,  
Режим доступа - IPRbooks - <http://www.iprbookshop.ru/28379>

б) дополнительная учебная литература

3. Кудинов И.В. Теоретические основы теплотехники. Часть I. Термодинамика [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Кудинов И.В., Стефанюк Е.В.— Электрон. текстовые данные.— Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013.— 172 с.,  
Режим доступа - IPRbooks - <http://www.iprbookshop.ru/22626>

### 8.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Слайды.
2. Макеты отдельных элементов оборудования.
3. Образцы отдельных аппаратов.
4. Персональные компьютеры

### 8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

1. <http://www.iprbookshop.ru/> IPRbooks
2. <http://nizrp.narod.ru> Электронная библиотека методических указаний, учебно-методических пособий ВШТЭ

#### 8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. Microsoft Windows 8.1
2. Microsoft Office Professional 2013

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

1. Учебная аудитория с мультимедийным комплексом.
2. Специализированная учебная лаборатория.

#### 8.6. Иные сведения и (или) материалы

1. Компьютерные презентации, демонстрационные плакаты, раздаточные материалы, модели.

### 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лекции	Освоение лекционного материала обучающимися доступно при выполнении следующих видов работ: - проработка рабочей программы - в соответствии с целями, задачами, структурой и содержанием дисциплины; - составление конспекта лекций – кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы и формулировки; отмечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. При возникших затруднениях в восприятии излагаемого материала следует сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации или на практическом занятии.
Практические занятия	Расчеты интенсивности теплообмена при теплопроводности, конвекции, кипении, конденсации и излучении. Выполнение расчетных заданий, решение задач по алгоритму и др. Подготовка к практическим занятиям предполагает следующие виды работ: - работа с конспектом лекций; - подготовка ответов к контрольным вопросам, тестовым заданиям.
Лабораторные занятия	Лабораторные занятия способствуют развитию практических навыков владения изучаемыми методами, оборудованием, технологиями и др. В результате выполнения лабораторных работ обучающийся должен освоить методику опытного определения характеристик интенсивности теплообмена.
Самостоятельная работа	Систематически прорабатывать пройденный материал и варианты расчетов, выполненные на практических занятиях в виде образца, необходимого для выполнения самостоятельных расчетов во внеаудиторное время. При подготовке к экзамену необходимо проработать конспекты, рекомендуемую литературу и т.д.

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

#### 10.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

##### 10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ОПК-1(2)	Демонстрирует знания закономерности взаимного превращения теплоты и работы, а также свойства тел, принимающих участие в этом превращении.	Устное собеседование, Практические задания	Перечень вопросов для экзамена (27 вопросов) Практические

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
	Способен проводить элементарные расчеты теплотехнических задач. Может осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников данных, представлением ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий.		задания (10 задач)

### 10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

#### Критерии оценивания сформированности компетенций

Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций
	Устное собеседование
отлично	Обучающийся показывает всестороннее и глубокое знание основных теплофизических законов, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях при ответе; усвоил основную и знаком с дополнительной литературой; может объяснить взаимосвязь основных теплофизических законов и их значение для последующей профессиональной деятельности; проявляет творческие способности и широкую эрудицию в использовании учебного материала.
хорошо	Обучающийся показывает достаточный уровень знаний основных теплофизических законов, ориентируется в основных понятиях и определениях; усвоил основную литературу; допускает незначительные погрешности при ответах на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы преподавателя.
удовлетворительно	Обучающийся показывает знания учебного материала в минимальном объеме; может сформулировать физические законы, понятия и определения, но при этом, допуская большое количество непринципиальных ошибок; знаком с основной литературой; допускает существенные ошибки в ответе на экзамене, но может устранить их под руководством преподавателя.
неудовлетворительно	Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора. Незнание значительной части принципиально важных элементов дисциплины. Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; не может сформулировать основные теплофизические законы; плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе на экзамене существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя. Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользование подсказкой другого человека

### 10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

#### 10.2.1. Перечень вопросов, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопросов для экзамена	№ темы
1	Давление, удельный объем и температура рабочего тела	1
2	Уравнение состояния идеального газа	1
3	Уравнение Ван-дер-Ваальса	1
4	Первый закон термодинамики	1
5	Рабочий процесс поршневого компрессора	2
6	Причины возникновения многоступенчатых компрессоров	2
7	Тепловая диаграмма холодильного цикла	2
8	Идеальный теплонасосный цикл Карно	2



9	Основные критерии подобия	3
10	Уравнение энергии	3
11	Теплопроводность плоской стенки	4
12	Теплоотдача при течении жидкости в трубах	5
13	Основные законы излучения в газах	6
14	Передача теплоты излучением в твердых телах	6
15	Передача теплоты излучением между твердыми телами и газом	6
16	Основные уравнения теплового расчета теплообменных аппаратов	6
17	Основные уравнения гидравлического расчета теплообменных аппаратов	6
18	Комбинированная и раздельная выработка электрической и тепловой энергии	7
19	Схемы конденсационных электростанций на органическом топливе	7
20	Тепловой баланс парогенератора	8
21	Материальный баланс горения твердого топлива	8
22	Коэффициент избытка воздуха	8
23	Основные характеристики топочных устройств	8
24	Цикл Карно для насыщенного пара	9
25	Цикл Ренкина	9
26	Регенеративный цикл	9
27	Принципиальная схема газотурбинной установки	10

### 10.2.2. Вариант типовых заданий (задач, кейсов), разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Условия типовых задач (задач, кейсов)	Ответ
1	Определить абсолютное давление в резервуаре, если манометр показывает 305 мм рт. ст., а барометр – 745 мм рт. ст.	<u>Решение</u> Абсолютное давление в резервуаре больше барометрического. Поэтому оно равно сумме манометрического $P_m$ и барометрического $P_{бс} = P_b + P_m = 745 + 305 = 1050$ мм рт. ст. $= 1,4 \cdot 10^5$ Н/м <sup>2</sup> .
2	Определить плотность и удельный объем окиси углерода при давлении 1 бар и температуре 300 К.	<u>Решение</u> Удельный объем можно определить из уравнения Клапейрона $v = \frac{RT}{P} = \frac{8314,2}{1 \cdot 10^5} \cdot 300 = 0,891 \text{ м}^3/\text{кг}.$ Плотность окиси углерода $\rho = 1,122 \text{ кг/м}^3.$

### 10.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций

#### 10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче экзамена и порядок ликвидации академической задолженности

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

#### 10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

устная  письменная  компьютерное тестирование  иная

#### 10.3.3. Особенности проведения экзамена

Время на подготовку – 40 мин, в это время входит подготовка ответа на теоретические вопросы и решение практического задания.