


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  
 « 07 » / 07 2016 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Б1.В.ОД.16**

(индекс дисциплины)

**Технологические энергоносители предприятий**

(Наименование дисциплины)

Кафедра: **21** Теплосиловых установок и тепловых двигателей  
 Код (Наименование кафедры)

Направление подготовки: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Промышленная теплоэнергетика

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>108</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
	Аудиторные занятия	<b>56</b>	<b>45</b>	<b>16</b>
	Лекции	28	15	8
	Лабораторные занятия			
	Практические занятия	28	30	8
	Самостоятельная работа	<b>16</b>	<b>27</b>	<b>83</b>
	Промежуточная аттестация	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>9</b>
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен	8	9	8
	Зачет			
	Контрольная работа			8
	РГР	8	9	
<b>Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)</b>		<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

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

# 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

- Является получение студентами достаточного объема знаний для обоснованного выбора и грамотной эксплуатации трансформаторов теплоты в системах производства и распределения искусственного холода и извлечение вторичной теплоты.

## 1.3. Задачи дисциплины

- Овладеть основными знаниями в научно-технических и инженерно-практических вопросах d области систем трансформации теплоты.
- Усвоить основные направления повышения эффективности трансформаторов теплоты.
- Приобретение навыков проведения расчетов по разработке схем обеспечения объектов тепловой энергией за счет использования тепловых насосов.
- Привить способности к самостоятельному приобретению и использованию в практической деятельности новых знаний и умений.

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

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ПК - 10	Готовность к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов.	3
<b>Планируемые результаты обучения</b> Знать: 1) Конструкцию ТТ. Уметь: 1) Принимать решения по оценке готовности ТТ к работе. Владеть: 1) Основами оценки эффективности принимаемых решений при вводе ТТ в работу.		

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

- Дисциплина базируется на компетенциях, сформированных на предыдущем уровне образования.

# 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.</b> Общие сведения о трансформаторах теплоты. Классификация трансформаторов теплоты			
Тема 1. Общие сведения о трансформаторах теплоты. Температурные зоны использования трансформаторов теплоты; область использования.	2	2	4
Тема 2. Классификация трансформаторов теплоты. По принципу работы; по виду цикла; характеру трансформации; периодичности.	2	2	4
Тема 3. Виды осуществляемого цикла установки для трансформации теплоты. По замкнутому циклу; установки с разомкнутым процессом; установки с нециклическими процессами.	2	2	6
Тема 4. Виды компрессионных трансформаторов теплоты.	4	4	6

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Одноступенчатый трансформатор теплоты; двухступенчатая парокompрессионная холодильная установка; каскадная парокompрессионная холодильная установка.			
Тема 5. Рабочие тела компрессионных трансформаторов теплоты. Фреоны, их свойства; сернистый ангидрид (SO <sub>2</sub> ) его свойства, аммиак (NH <sub>3</sub> ) его свойства.	4	4	6
Тема 6. Абсорбционная аммиачная холод машина. Типовая схема; принцип работы; промышленное использование; свойства аммиака.	6	6	10
Тема 7. Абсорбционная бромистолитиевая холод машина. Типовая схема; принцип работы; промышленное использование; свойства бромистого лития.	6	6	8
Тема 8. Пароэжекторная холод машина. Типовая схема; принцип работы, промышленное использование.	2	2	4
Тема 9. Эксергия для различных видов энергии. Эксергетический баланс системы; диаграмма эксергия—энтальпия.	6	6	6
<b>Текущий контроль 1.</b> (опрос)	2	2	-
<b>Учебный модуль 2.</b> Термоэлектрические холод установки. Ожижители газов.			
Тема 10. Термоэлектрические установки, основанные на эффекте Пельтье. Схема установки на полупроводниках; принцип работы; примеры использования.	6	4	6
Тема 11. Магнитные установки. Принцип работы, примеры использования.	4	4	4
Тема 12. Ожижитель Линде. Схема установки; ожижитель с дроссельной ступенью окончательного охлаждения; T-S диаграмма.	8	8	8
Тема 13. Ожижитель Капицы. Схема детандерной установки Капицы; T-S диаграмма.	10	10	8
<b>Текущий контроль 2.</b> (РГР)	8	10	-
<b>Текущий контроль 2.</b> (контрольная работа)	-	-	19
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине</b> (экзамен)	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>9</b>
<b>ВСЕГО:</b>	<b>108</b>	<b>108</b>	<b>108</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	-	-	9	1	8	0,5
2	-	-	9	1	8	0,5
3	8	2	9	1	8	0,5
4	8	4	9	1	8	0,5
5	8	2	9	1	8	0,5
6	-	2	9	2	8	0,5
7	8	2	9	1	8	0,5
8	8	2	9	1	8	0,5
9	8	2	9	1	8	0,5
10	8	2	9	1	8	0,5
11	8	2	9	1	8	1
12	8	2	9	1	8	1
13	8	4	9	2	8	1
<b>ВСЕГО:</b>		<b>28</b>		<b>15</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	Общие сведения о трансформаторах теплоты, (практическое занятие).	8	2	9	1	8	0,5
2	Термодинамические принципы процессов трансформации теплоты (практическое занятие).	8	3	9	1	8	0,5
3	Виды осуществляемого цикла установки для трансформации теплоты (практическое занятие).	8	3	9	2	8	0,5
5	Компрессионные трансформации теплоты (практическое занятие).	8	2	9	6	8	1
6	Абсорбционная аммиачная холод машина (практическое занятие).	8	2	9	6	8	1
7	Абсорбционная бромистолитиевая холод машина (практическое занятие).	8	2	9	2	8	0,5
8	Пароэжекторная холод машина (практическое занятие).	8	2	9	1	8	0,5
9	Эксергия для различных видов энергии (практическое занятие).	8	2	9	2	8	0,5
10	Термоэлектрические установки (практическое занятие).	8	2	9	1	8	0,5
11	Магнитные установки (практическое занятие).	8	2	9	2	8	1
12	Ожигитель Линде (практическое занятие).	8	2	9	2	8	0,5
13	Ожигитель Капицы (практическое занятие).	8	4	9	4	8	1
<b>ВСЕГО:</b>			<b>28</b>		<b>30</b>		<b>8</b>

### 3.3. Лабораторные занятия

Не предусмотрены

### 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	Опрос	8	1	9	1	-	-
2	РГР	8	1	9	1	-	-
2	Контрольная работа	-	-	-	-	8	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)
Усвоение теоретического материала	8	4	9	9	9	45
Подготовка к семинарам	8	4	9	8	9	20
Выполнение расчетных работ	8	8	9	10	-	-
Выполнение контрольной работы	-	-	-	-	8	18
Подготовка к экзамену	8	36	9	36	9	9
<b>ВСЕГО:</b>		<b>52</b>		<b>63</b>		<b>92</b>

## 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

**7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий**  
Не предусмотрены

**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. Семикопенко И.А. Холодильная техника [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Семикопенко И.А., Карпачев Д.В.— Электрон. текстовые данные.— Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2014.— 269 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28417>.— ЭБС «IPRbooks».

б) дополнительная учебная литература

2. Сазанов Б.В. Промышленные теплоэнергетические установки и системы [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Сазанов Б.В., Ситас В.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2014.— 275 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33215>.— ЭБС «IPRbooks».

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

1. Электронная библиотека СПб ГУПТД - <http://www.iprbookshop.ru>.
2. Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД - [http://nizrp.narod.ru/ebmu\\_m.htm](http://nizrp.narod.ru/ebmu_m.htm).

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

1. Издательский дом МЭИ- [publish@mpei.ru](mailto:publish@mpei.ru), [publishers.ru](http://publishers.ru).

### 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.
3. PTC Mathcad 15.
4. CorelDraw Graphics Suite X7.

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

1. Стандартно оборудованная аудитория.
2. Компьютерный класс с мультимедийным комплексом и выходом в интернет.
3. Видеопроектор с экраном.
4. Учебная лаборатория тепловых двигателей.
5. Лабораторная установка по определению коэффициента адиабаты воздуха.
6. Лабораторная установка по исследованию термодинамических процессов.

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

1. Демонстрационные, раздаточные материалы.

2. Каталоги энергетического оборудования.
3. Наборы слайдов на электронном носителе.
4. Макеты элементов тепловых двигателей и холодильных машин.
5. Натурные образцы элементов проточных частей турбин.

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лекции	<p>Конспект лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы и формулировки; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины.</p> <p>Проверка терминов, понятий: осуществлять с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь.</p> <p>Работа с теоретическим материалом: найти ответ на вопросы в рекомендуемой литературе, если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации или на практическом занятии и др.</p>
Практические занятия	<p>Работа с теоретическими положениями курса, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Анализ заданий на контрольную работу и РГР, решение задач по заданным алгоритмам, анализ полученных результатов, формулировка выводов и др.</p>
Самостоятельная работа	<p>При выполнении РГР и контрольной работы необходимо изучить научную, учебную, нормативную и др. литературу. Отобрать необходимый материал; провести практические расчеты по теме, сформулировать выводы и разработать конкретные рекомендации по достижению поставленной цели и задач.</p> <p>Расширение и закрепление знаний, умений и навыков, усвоенных на практических занятиях путем самостоятельной проработки учебно-методических материалов по дисциплине и другим источникам информации.</p> <p>При подготовке к экзамену необходимо проработать, рекомендуемую литературу, составить алгоритмы ответов на вопросы по экзамену, продумать ответы на возможные дополнительные вопросы преподавателя.</p>

## 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
ПК-10 (3)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Демонстрирует знание конструкций различных типов ТТ.</li> <li>2. Принимает оптимальное решение по выбору ТТ.</li> <li>3. Дает оценку эффективности принимаемых решений при эксплуатации ТТ различных типов.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Устное собеседование</li> <li>2. Типовое практическое задание</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Перечень вопросов к экзамену (20 вопросов)</li> <li>2. Перечень практических заданий (10 задач)</li> </ol>

## 10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

### Критерии оценивания сформированности компетенций

Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций
отлично	Обучающийся показывает всестороннее, систематическое и глубокое знание основного и дополнительного учебного материала, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные программой; усвоил основную и знаком с дополнительной рекомендованной литературой; может объяснить взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для последующей профессиональной деятельности; проявляет творческие способности в понимании, изложении и использовании учебного материала. Обучающийся демонстрирует правильное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения, знание размерностей физических величин. Умеет применять математический аппарат для реализации плана решения задачи и, если это необходимо, может представить его графически. Получил правильный ответ и может его интерпретировать.
хорошо	Обучающийся показывает достаточный уровень знаний в пределах основного учебного материала, без существенных ошибок выполняет предусмотренные в программе задания; усвоил основную литературу, рекомендованную в программе; способен объяснить взаимосвязь основных понятий дисциплины при дополнительных вопросах преподавателя. Допускает не существенные погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, устраняет их без помощи преподавателя. Обучающийся демонстрирует достаточное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения, знание размерностей физических величин. Допускает незначительные погрешности при применении математического аппарата для реализации плана решения задачи. Получил правильный ответ, но испытывает затруднения с его интерпретацией.
удовлетворительно	Обучающийся показывает знания основного учебного материала в минимальном объеме, необходимом для дальнейшей учебы; справляется с выполнением заданий, предусмотренных программой, допуская при этом большое количество не принципиальных ошибок; знаком с основной литературой, рекомендованной программой. Допускает существенные погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя. Обучающийся вникает в смысл условия задачи, понимает план ее решения, однако, не может в полной мере с помощью математического аппарата реализовать ее решение. Знает размерности физических величин, может сделать рисунок или схему, поясняющую решение задачи.
неудовлетворительно	Обучающийся обнаруживает пробелы в знаниях основного учебного материала, допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, не знаком с рекомендованной литературой, не может исправить допущенные ошибки. Как правило, оценка "не удовлетворительно" ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. Обучающийся не может проанализировать условие задачи, наметить план ее решения, выбрать физические законы и плохо ориентируется в физических величинах, не владеет математическим аппаратом. Представление чужой работы, отказ от выполнения задания.

## 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 к экзамену, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
1	Общие сведения о трансформаторах теплоты (ТТ),	1
2	Температурные зоны использования трансформаторов теплоты; область использования.	1

3	Классификация трансформаторов теплоты.	2
4	Виды осуществляемого цикла установки для трансформации теплоты	3
5	ТТ работающие по замкнутому циклу	3
6	ТТ работающие по разомкнутому циклу, с нециклическими процессами.	3
7	Виды компрессионных ТТ: одноступенчатый ТТ.	4
8	Двухступенчатая парокомпрессионная холодильная установка	4
9	Каскадная парокомпрессионная холодильная установка.	4
10	Рабочие тела компрессионных трансформаторов теплоты: фреоны, их свойства	5
11	Рабочие тела ТТ: сернистый ангидрид (SO <sub>2</sub> ), аммиак (NH <sub>3</sub> ) их свойства.	5
12	Хладоносители	6
13	Абсорбционная аммиачная холод машина.	6
14	Абсорбционная бромистолитиевая холод машина.	7
15	Пароэжекторная холод машина.	8
16	Эксергия для различных видов энергии.	9
17	Термоэлектрические установки, основанные на эффекте Пельтье.	10
18	Магнитные установки, принцип работы, примеры использования	11
19	Ожигитель Линде.	12
20	Ожигитель Капицы.	13

**Вариант типовых заданий (задач), разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций**

№ п/п	Условия типовых заданий (задач)	Ответ
1.	Для каких целей используется РТО?	РТО отбирает тепло от жидкого фреона, поступающего от конденсатора. В РТО газообразный фреон идущий от испарителя получает дополнительное тепло перед входом в компрессор, тем самым повышая температуру сжатого фреона идущего в конденсатор.
2.	Посчитать расход воды на вентиляцию?	Решение: $V_v = Q_v / (C \cdot \rho \cdot \Delta t_{пр})$ , где: $Q_v$ – тепловая нагрузка на вентиляцию; $C$ – удельная теплоемкость воды, кДж/(кг·К); $\rho$ – плотность воды; $\Delta t_{пр} = t_{гт} - t_{но}$ – температура горячей воды в промежуточной контуре конденсаторов и маслоохладителей тепловых насосов на выходе из разделительного теплообменника.

**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 (принято на Ученом совете университета 15.03.2016 г., протокол № 4).

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

устная  письменная  компьютерное тестирование  иная

**10.3.3. Особенности проведения экзамена**

- Возможность пользоваться учебной, нормативной литературой, калькулятором;
- Время на подготовку ответа по билету 45 минут.