

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 2018 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ДВ.04.02**  
 (индекс дисциплины)

Основные направления совершенствования теплообменных установок  
 (Наименование дисциплины)

Кафедра **24** Промышленной теплоэнергетики  
 Код (Наименование кафедры)

Направление подготовки: 13.04.01 ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

Профиль подготовки: Теплообменные процессы и установки

Уровень образования: Магистратура

План учебного процесса

Составляющие учебного плана		Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	72		72
	Аудиторные занятия	28		12
	Лекции	0		0
	Лабораторные занятия	0		0
	Практические занятия	28		12
	Самостоятельная работа	44		56
	Промежуточная аттестация	0		4
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен			
	Зачёт	2		4
	Контрольная работа			4
	Курсовой проект (работа)			
Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)		2		2
Семестр		2		4

Санкт-Петербург  
 2018

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования

по направлению подготовки 13.04.01 ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

На основании учебных планов № m130401-1, zm 130401

Кафедра-разработчик: Промышленной теплоэнергетики

(наименование кафедры)

Заведующий кафедрой:



Сморозин С.Н.

(Ф.И.О. заведующего, подпись)

СОГЛАСОВАНИЕ:

Выпускающая кафедра: Промышленной теплоэнергетики

(наименование кафедры)


Заведующий кафедрой:



Сморозин С.Н.

(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 в области совершенствования систем энергоснабжения потребителей ЖКХ, связанных с повышением эффективности источников тепловой и электрической энергии, как основных потребителей топливных ресурсов, познакомиться с тепловыми и экономическими расчетами возможных вариантов источников энергоснабжения

## 1.3. Задачи дисциплины

- Ознакомить с существующими системами энергоснабжения потребителей ЖКХ и со структурой энергопотребления.
- Указать перспективные направления снижения потребляемых ресурсов при производстве тепловой и электрической энергии.
- Научить выполнять тепловые и экономические расчеты источников энергоснабжения.
- Привить навыки самостоятельно принимать решения при выборе источников энергоснабжения.

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

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ПК-3	способностью к разработке мероприятий по совершенствованию технологии производства	2
<b>Планируемые результаты обучения</b> Знать: 1) термодинамические основы технологии производства тепловой и электрической энергии; Уметь: 1) сравнивать различные источники энергоснабжения с использованием эксергетических показателей эффективности; Владеть: 1) методами оценки эффективности принятых решений по выбору источников энергоснабжения		

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

- Основные направления развития теплоэнергетики (ПК-3)
- Теплофизические процессы сушки волокнистых материалов (ПК-3)
- Повышение энергетической эффективности предприятий (ПК-3)

## 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. Термодинамические основы технологии производства тепловой и электрической энергии.</b>			
Тема 1. Структурные схемы энергоснабжения. Анализ энергопотребления в сфере ЖКХ и анализ схем электро- и теплоснабжения потребителей ЖКХ, их энергетический баланс. Составление балансовых уравнений систем тепло и электроснабжения определяющих полезно используемую энергию и потери.	17		12
Тема 2. Эксергия и анергия теплоты при преобразовании ее в полезную работу. Термодинамические основы технологии производства тепловой и электрической энергии. Представление работы системы теплоснабжения в виде кругового процесса. Тепловая работа цикла. Эксергетические показатели теплоты.	17		12
<b>Текущий контроль 1.</b> опрос	2		
<b>Учебный модуль 2. Энергетическая и эксергетическая эффективность источников энергоснабжения.</b>			
Тема 3. Эксергетическая эффективность водогрейной котельной. Тепловая схема котельной, расчет отпускаемой теплоты, потребляемого топлива. Эксергетический КПД водогрейной котельной.	10		11
Тема 4. Эксергетическая эффективность паротурбинных ТЭС и ТЭЦ. Тепловая схема ТЭС. Электрическая энергия как эксергия в чистом виде. Когенерационный источник энергоснабжения. Эксергия отпускаемой теплоты. Расчет эксергетического КПД паротурбинной ТЭС и ТЭЦ.	6		11
Тема 5. Эксергетическая эффективность газотурбинных и парогазовых ТЭС и ТЭЦ. Определение эксергетической эффективности газотурбинных и парогазовых ТЭС и ТЭЦ. Расчет эксергетического КПД газотурбинных и парогазовых ТЭС и ТЭЦ.	8		11
Тема 6. Эксергетическая эффективность когенерационных источников на базе газопоршневых двигателей. Тепловая схема источника, тепловые расчеты энергетических и эксергетических показателей. Эксергетический КПД. Сравнительный анализ различных энергоисточников по эксергетическому КПД.	6		11
<b>Текущий контроль 2.</b> опрос	2		
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине (зачет)</b>	<b>4</b>		<b>4</b>
<b>ВСЕГО:</b>	<b>72</b>		<b>72</b>

## 3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

### 3.1. Лекции

Не предусмотрено

### 3.2. Практические 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	Составление балансовых уравнений систем тепло и электроснабжения определяющих полезно используемую энергию и потери.	2	4			4	2
2	Расчеты тепловой работы, выполняемой сетевой водой в системах отопления зданий.	2	6			4	2
3	Расчет эксергетического	2	4			4	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)
	КПД водогрейной котельной.						
4	Расчет эксергетического КПД паротурбинной ТЭС и ТЭЦ.	2	4			4	2
5	Расчет эксергетического КПД газотурбинных и парогазовых ТЭС и ТЭЦ.	2	6			4	2
6	Расчет эксергетического КПД ТЭС и ТЭЦ с газопоршневыми двигателями. Сравнительный анализ всех ТЭС и ТЭЦ.	2	4			4	2
<b>ВСЕГО:</b>			<b>28</b>				<b>12</b>

### 3.3. Лабораторные занятия

Не предусмотрено

## 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	Опрос	2	2				

## 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	2	22				31
Подготовка к практическим занятиям	2	18				25
Подготовка к зачету	2	4				4
<b>ВСЕГО:</b>		<b>44</b>				<b>60</b>

## 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

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. Под ред. В.М. Лебедева. Источники и системы теплоснабжения предприятий [Электронный ресурс]: учебник/ под ред. В.М. Лебедева.— Электрон, текстовые данные.— Изд-во УМЦ ЖДТ (Маршрут) 2013 г. 384 стр.— Режим доступа: <http://www.knigafund.ru/books/173418>.— ЭБС «КнигаФонд».

2. Хаванов П.А. Источники теплоты автономных систем теплоснабжения [Электронный ресурс]: монография/ Хаванов П.А.— Электрон, текстовые данные.— М.: Московский государственный

строительный университет, ЭБС АСВ, 2014.— 208 стр.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26812>.— ЭБС «IPRbooks».

б) дополнительная учебная литература

3. Удалов С.Н. Возобновляемые источники энергии [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Удалов С.Н.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014.— 460 стр.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47686>.— ЭБС «IPRbooks».

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

1. Дэниел Ергин В поисках энергии [Электронный ресурс]: ресурсные войны, новые технологии и будущее энергетики/ Дэниел Ергин— Электрон. текстовые данные.— М.: Альпина Паблшер, 2016.— 712 стр.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/42039>.— ЭБС «IPRbooks».

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

1. Издательский дом МЭИ [Электронный ресурс] URL: [publish@mpei.ru](mailto:publish@mpei.ru), [publish@mpei-publishers.ru](mailto:publish@mpei-publishers.ru).
2. Электронная библиотека «КнигаФонд» [Электронный ресурс] URL: [www.knigafund.ru](http://www.knigafund.ru).
3. Электронная библиотека «IPRbooks» [Электронный ресурс] URL: <http://www.iprbookshop.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.

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

1. Аудитория с мультимедийным учебным комплексом.
2. Компьютерный класс.
3. Кабинет макетов ТЭЦ, АЭС, ПТУ, ГПС.
4. Учебная лаборатория тепловых двигателей.

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

1. Демонстрационные, раздаточные материалы по схемам источникам энергоснабжения.
2. Каталоги энергетического оборудования.
3. Комплект плакатов.
4. Наборы слайдов на электронном носителе.

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

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Практические занятия	Работа с рекомендуемой учебной литературой, подготовка ответов к контрольным вопросам, решение задач по алгоритмам работ, выполненных на практических занятиях, анализ полученных результатов, формулировка выводов и др.
Самостоятельная работа	Данный вид работы предполагает расширение и закрепление знаний, умений и навыков, усвоенных на аудиторных занятиях путем самостоятельной проработки учебно-методических материалов по дисциплине и другим источникам информации; подготовке к опросам; а также подготовки к зачету. При подготовке к опросам и зачету необходимо проработать материалы практических занятий, рекомендуемую литературу, каталоги энергетического оборудования, составить алгоритмы ответов на вопросы к зачету, продумать ответы на возможные вопросы преподавателя.

## 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-3 (2)	1. Демонстрирует знания технологий производства тепловой и электрической энергии. 2. Применяет методы сравнения различных источников энергоснабжения на базе эксергетических показателей. 3. Имеет навыки выбора варианта наиболее оптимального источника энергоснабжения.	1. Устное собеседование 2. Типовое задание	1. Перечень вопросов к зачету (25 вопросов) 2. Перечень типовых заданий (10 задач)

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

##### Критерии оценивания сформированности компетенций

Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций
Зачтено	Обучающийся твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопросы, не допускает ошибок при выполнении тестовых заданий. Обучающийся демонстрирует правильное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения. Умеет применять математический аппарат для реализации плана решения задачи и, если это необходимо. Получил правильный ответ и может его интерпретировать.
Не зачтено	Обучающийся не может изложить значительную часть программного материала, допускает существенные ошибки при выполнении тестовых заданий, допускает неточности в формулировках и доказательствах, не последователен в изложении программного материала; неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания. Обучающийся вникает в смысл условия задачи, понимает план ее решения, однако, не может в полной мере с помощью математического аппарата реализовать ее решение.

### 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 зачету, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
1	Назовите основные преимущества и недостатки автономных источников теплоснабжения по сравнению с централизованными.	1
2	В чем заключаются преимущества комбинированной выработки тепловой и электрической энергии в едином источнике от отдельной выработки.	1
3	Схема энергоснабжения потребителей ЖКХ с отдельным производством тепловой и электрической энергии.	1
4	Схема энергоснабжения с комбинированным источником энергоснабжения.	1
5	Схема теплоснабжения на базе модульных котельных.	2
6	Схема энергоснабжения на базе мини-ТЭЦ.	2
7	Возможности преобразования модульных котельных в мини-ТЭЦ.	2
8	Термодинамические основы отопления жилых зданий.	2
9	Ограничения в процессах преобразования тепловой энергии.	3
10	Влияние окружающей среды на преобразование энергии.	3

11	Эксергия и анергия теплоты.	3
12	Преобразование теплоты в полезную работу.	3
13	Эксергия и анергия в стандартном потоке водяного теплоносителя.	4
14	Круговой процесс в системах теплоснабжения. Тепловая работа сетевой воды.	4
15	Эксергетические показатели эффективности источников энергоснабжения.	4
16	Эксергетическая эффективность водогрейной котельной.	4
17	Эксергетическая эффективность паротурбинных ТЭС и ТЭЦ.	5
18	Эксергетическая эффективность газотурбинных ТЭС и ТЭЦ.	5
19	Эксергетическая эффективность парогазовых ТЭС и ТЭЦ.	5
20	Сравнительный анализ эксергетической эффективности различных источников энергоснабжения.	5
21	Применение ТНУ в системах теплоснабжения потребителей ЖКХ.	6
22	Парокомпрессионные холодильные и теплонасосные установки.	6
23	Системы поквартирного отопления с применением бытовых ТНУ и низкотемпературного потока охлаждающей воды конденсаторов паровых турбин	6
24	Что такое тригенерация	6
25	Использование парокомпрессионных и абсорбционных холодильных машин в источниках энергоснабжения.	6

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

№ п/п	Условия типовых заданий	Ответ
1	Тема 1. Каким образом влияет давление пара в конденсаторе паровой турбины на вырабатываемую электрическую мощность? Как изменяется количество теплоты выносимой потоком охлаждающей воды из конденсатора паровой турбины с повышением давления в нем: а) уменьшается; б) увеличивается; в) остается неизменной.	<b>Обоснование:</b> повышение давления пара в конденсаторе паровой турбины приводит к повышению теплоперепада, срабатываемого в турбине, а следовательно к уменьшению мощности. <b>Ответ:</b> в)
2	Каким образом начальная температура воздуха перед компрессором влияет на развиваемую мощность ГТУ? За счет чего увеличивается температура воздуха в компрессоре: а) за счет подвода теплоты потоком рабочего тела, выходящим из газовой турбины; б) за счет подвода теплоты сжигаемого топлива; в) за счет работы сжатия, совершаемой в компрессоре; г) за счет работы совершаемой в газовой турбине	<b>Обоснование:</b> при увеличении температуры воздуха перед компрессором снижается его плотность и массовый расход, что приводит к снижению мощности ГТУ. <b>Ответ:</b> в)

**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 зачета 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 зачета**

- Возможность пользоваться справочниками;
- Время на подготовку ответа на зачете 20 минут.