

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 ВИТЭ

П.В.Луканин

2018 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ДВ.05.01**

(индекс дисциплины)

Тепло и массообменное оборудование ТЭС и АЭС

(Наименование дисциплины)

Кафедра

**24**

Код

Промышленной теплоэнергетики

(Наименование кафедры)

Направление подготовки:

13.04.01 ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

Профиль подготовки:

Тепломассообменные 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	144		144
	Аудиторные занятия	56		24
	Лекции	14		8
	Лабораторные занятия	0		0
	Практические занятия	42		16
	Самостоятельная работа	88		116
	Промежуточная аттестация	0		4
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен			
	Зачёт	3		4
	Контрольная работа			4
Курсовой проект (работа)				
Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)		4		4
Семестр		3		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 № м130401-1, 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 обучающегося в области разработки проектных решений, улучшения эксплуатационных характеристик, повышению промышленной безопасности, условий труда и экономии ресурсов; готовность выбирать серийное и технико-экономические расчёты, анализировать эффективность проектных решений, использовать прикладное программное обеспечение

## 1.3. Задачи дисциплины

- в передаче студентам объёма знаний о передаче теплоты и массы, обеспечивающих восприятие последующих учебных курсов в соответствии с направлениями «Промышленная теплоэнергетика» и «Энергетика теплотехнологий»;
- знакомить студентов с основным оборудованием ТЭС и АЭС и обучать квалифицированно проводить элементарные расчеты передачи теплоты
- 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
ПК-2	способностью к проведению технических расчетов по проектам, технико - экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектных решений, с использованием прикладного программного обеспечения для расчета параметров и выбора серийного и разработки нового теплоэнергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования	1
<b>Планируемые результаты обучения</b> Знать: <ol style="list-style-type: none"> <li>1) конструкции котельных агрегатов, теплообменников, сушильных установок и другого теплотехнического оборудования;</li> <li>2) устройства промышленных теплофикационных систем;</li> <li>3) схемы тепловых сетей, характеры тепловых нагрузок, способы регулирования отпуска тепла.</li> </ol> Уметь: <ol style="list-style-type: none"> <li>1) выполнить тепловой и аэродинамический расчёты котла;</li> <li>2) выбрать основное и вспомогательное теплотехническое оборудование;</li> <li>3) выполнить тепловой, конструктивный и гидравлический расчёты теплообменника.</li> </ol> Владеть: <ol style="list-style-type: none"> <li>1) основами расчёта различных типов теплотехнического оборудования, включая котельные агрегаты, теплообменники, сушильные установки и пр.</li> </ol>		
ПК-4	готовностью к обеспечению бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования, средств автоматизации и защиты, электрических и тепловых сетей, воздухопроводов и газопроводов;	2
<b>Планируемые результаты обучения</b> Знать: <ol style="list-style-type: none"> <li>1) конструкции и схемы подключения теплообменного оборудования;</li> <li>2) теплообменные процессы, проходящие внутри него;</li> <li>3) методики конструктивного и поверочного расчетов; эксплуатационные и технико-экономические характеристики</li> </ol>		

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
<p>Уметь:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) формулировать задания на разработку проектных решений,</li> <li>2) проводить варианты технико-экономические и технические расчеты; проводить анализ эффективных технико-экономических решений;</li> <li>3) проводить испытания теплообменного оборудования</li> </ol> <p>Владеть:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) навыками проведения расчетов,</li> <li>2) методиками испытаний правилами технической эксплуатации и экологической безопасности</li> </ol>		

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

- Принципы эффективного управления технологическими процессами в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологии (ПК-4)
- Экономика и управление производством (ПК-2)

## 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 Основные типы реакторов АЭС и парогенераторов (ПГ) АЭС</b>			
Тема 1. Принципиальные схемы ТЭС и АЭС. Реакторы на естественном уране с графитовым замедлителем. Реакторы с водой под давлением. Кипящие реакторы. Реакторы на естественном уране с тяжеловодным замедлителем и теплоносителем.	2		4
Тема 2. Виды реакторов: на естественном уране с графитовым замедлителем; с водой под давлением; кипящие реакторы; на естественном уране с тяжеловодным замедлителем и теплоносителем; быстрые реакторы-размножители с жидкометаллическим теплоносителем	32		32
Тема 3. Общие характеристики и конструкционные схемы ПГ: конструкционные схемы и режимные параметры работы ПГ, обогреваемых водой. Конструкционные схемы. Схемы ПГ с газовыми теплоносителями.	34		34
<b>Текущий контроль 1 Тест</b>	<b>2</b>		
<b>Учебный модуль 2 Виды подогревателей: схемы включения поверхностных подогревателей в систему регенеративного подогрева</b>			
Тема 4. Регенеративные аппараты. Воздухоподогреватели. Газоохладители. Установки с подвижной границей раздела фаз. Поверхностные регенеративные подогреватели. Схемы включения поверхностных подогревателей в систему регенеративного подогрева.	10		10
Тема 5. Сетевые подогреватели: горизонтальные и вертикальные. Регенеративные подогреватели смешивающего типа. Правила технической эксплуатации. Экологическая и промышленная безопасность.	9		10
<b>Текущий контроль 2. Тест</b>	<b>1</b>		
<b>Учебный модуль 3. Испарители, паропреобразователи и деаэраторы</b>			
Тема 6. Схемы подключения и конструкции испарителей: поверхностные и адиабатные. Сепараторы и паровые промежуточные перегреватели АЭС для работы с турбинами насыщенного пара	10		10
Тема 7. Конструкции деаэраторов: вакуумные, атмосферные, под давлением. Конструктивные и поверочные расчеты. Вариантные расчеты. Проблемы эксплуатации. Пуско-наладочные и ремонтные работы. Техничко-экономические расчеты. Прикладные программные продукты.	9		10
<b>Текущий контроль 3. Тест</b>	<b>1</b>		
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине зачет</b>	<b>4</b>		<b>4</b>
<b>ВСЕГО:</b>	<b>144</b>		<b>144</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	2
<b>ВСЕГО:</b>		<b>14</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	Принципиальные схемы производства пара на АЭС	3	2			4	0,5
2	Реакторы на естественном уране с графитовым замедлителем	3	2			4	0,5
2	Реакторы с водой под давлением	3	2			4	0,5
2	Кипящие реакторы	3	2			4	0,5
2	Реакторы на естественном уране с тяжеловодным замедлителем и теплоносителем	3	2			4	0,5
2	Кипящие реакторы прямого цикла с графитовым замедлителем	3	2			4	1
2	Быстрые реакторы-размножители с жидкометаллическим теплоносителем	3	2			4	1
3	Конструкционные схемы ПГ, обогреваемых водой	3	2			4	1
3	Режимные параметры работы ПГ, обогреваемых водой	3	2			4	1
3	Конструкционные схемы водных ПГ	3	2			4	1
3	Схемы ПГ, обогреваемых жидкометаллическими теплоносителями	3	2			4	1
3	Конструкционные схемы, ПГ, обогреваемых жидкометаллическими теплоносителями	3	2			4	1
3	Схемы ПГ с газовыми теплоносителями	3	2			4	1
3	Параметры работы ПГ с газовыми теплоносителями	3	2			4	1
3	Конструкционные схемы ПГ, работающих на газовых теплоносителях	3	2			4	1
4	Схемы включения	3	2			4	1

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)
	поверхностных подогревателей в систему регенеративного подогрева						
4	Поверхностные регенеративные подогреватели	3	2			4	0,5
5	Регенеративные подогреватели смешивающего типа	3	2			4	0,5
5	Горизонтальные и вертикальные сетевые подогреватели	3	2			4	0,5
6	Схемы подключения и конструкции испарителей	3	2			4	0,5
7	Конструкции деаэраторов	3	2			4	0,5
<b>ВСЕГО:</b>			<b>42</b>				<b>16</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, 2, 3	Тест	3	3				

## 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)
Подготовка к практическим занятиям	3	84			4	116
Подготовка к зачетам	3	4			4	4
<b>ВСЕГО:</b>		<b>88</b>				<b>120</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 Теплообменные аппараты ТЭС. Книга 1 [Электронный ресурс]: справочник/ А.З. Даминов [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2016.— 490 с IPRbooks - <http://www.iprbookshop.ru/55948>

2. Теплообменные аппараты ТЭС. Книга 2 [Электронный ресурс]: справочник/ Ю.А. Кирсанов [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2016 IPRbooks - <http://www.iprbookshop.ru/55949>

б) дополнительная учебная литература

3. Суслов В.А., Антуфьев С.В. и др. Тепломассообменное оборудование ТЭС и АЭС [Текст]: учеб. пособие / В.А. Суслов, С.В. Антуфьев. СПб ГТУ РП. СПб., 2015. - 84 с Электронная библиотека методических указаний, учебно-методических пособий ВШТЭ <http://nizrp.narod.ru/metod/kpte/12.pdf>

4. Проскуряков К.Н. Ядерные энергетические установки [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Проскуряков К.Н.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2015.— 446 с IPRbooks - <http://www.iprbookshop.ru/57023>

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

1. Готовский М.А., Суслов В.А. Тепломассообмен в технологических установках ЦБП[Текст]: учебное пособие М.А. Готовский, В.А. Суслов / СПб ГТУ РП. СПб, 2012. Часть 3. - 120 с.: ил. 84. – ISBN 978-5-91646-038-4

### 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 (при необходимости)

1. Microsoft Windows 8.1

2. Microsoft Office Professional 2013

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

1. Специализированная аудитория

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

Презентации по темам практических занятий

Стенды

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Практические занятия	Поэтапный разбор тепловых схем ТЭС, АЭС. Отработка вопросов конструктивных решений различного теплообменного оборудования тепловых станций.
Самостоятельная работа	Просмотр рекомендуемой литературы, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими, работа с текстом, подготовка ответов к контрольным вопросам, решение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму и др.

## 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-2 (1)	Демонстрирует знания основ расчёта котельных агрегатов, теплообменников, сушильных установок и другого теплотехнического оборудования Способен выполнить тепловой, гидравлический и аэродинамический расчёты основного теплотехнического оборудования и тепловых сетей Демонстрирует владение навыками проектирования теплотехнического оборудования	Вопросы для устного собеседования, тестирование	Перечень вопросов для зачета (39 вопросов) Тест (15 вопросов)
ПК-4 (2)	Демонстрирует знание конструкций и схем подключения теплообменного оборудования; тепломассообменных процессов, проходящих внутри него; методик конструктивного и поверочного расчетов; эксплуатационных и технико-экономических характеристик Способен формулировать задания на разработку проектных решений, проводить варианты технико-экономические и технические расчеты; проводить анализ эффективных технико-экономических решений; проводить испытания теплообменного оборудования Демонстрирует владение навыками проведения расчетов, методиками испытаний правилами технической эксплуатации и экологической безопасности	Вопросы для устного собеседования, тестирование	Перечень вопросов для зачета (39 вопросов) Тест (15 вопросов)

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

Зачтено	Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание предмета и широкую эрудицию в оцениваемой области. Критический, оригинальный подход к материалу.
Не зачтено	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины, плохо ориентируется в основных понятиях и определениях, плохо знаком с основной литературой, допускает при ответе на зачете существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя.

## 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 для зачета разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопросов для зачета	№ темы
1	Виды одноконтурных и многоконтурных схем АЭС.	1
2	Основное отличие одноконтурной схемы АЭС.	1



3	Назначение парогенератора в схеме АЭС.	1
4	Теплоноситель в реакторах на естественном уране с графитовым замедлителем.	2
5	Замедлитель в реакторах с водой под давлением.	2
6	Количество контуров в реакторах с водой под давлением.	2
7	Основное отличие кипящих реакторов от реакторов с водой под давлением.	2
8	Преимущества применения в качестве замедлителя тяжелой воды.	2
9	Количество контуров в кипящих реакторах с графитовым замедлителем.	2
10	Количество контуров в быстрых реакторах-размножителях с жидкометаллическим теплоносителем.	2
11	Основные характеристики парогенератора АЭС.	3
12	Виды циркуляции теплоносителя в парогенераторах.	3
13	Причины работы турбин мощных АЭС с водным теплоносителем на насыщенном паре.	3
14	Виды конструктивных схем водных парогенераторов.	3
15	Назначение трубок Фильда.	3
16	Варианты компоновки водных парогенераторов.	3
17	Основные принципы выбора конструкционной схемы ПГ, обогреваемых насыщенным паром.	3
18	Схема прямоточного ПГ с промежуточным пароперегревателем обогреваемых жидкометаллическими теплоносителями.	3
19	Схема парогенераторов на газовых теплоносителях со змеевиковыми поверхностями теплообмена.	3
20	Виды циркуляции у парогенераторов на газовых теплоносителях со змеевиковыми поверхностями теплообмена.	3
21	Компоновки ПГ на АЭС.	3
22	Схемы включения поверхностных подогревателей в систему регенеративного подогрева.	4
23	Типы поверхностных регенеративных подогревателей.	4
24	Схема подогрева питательной воды в подогревателях с охладителями пара и дренажа.	4
25	Типы поверхностных регенеративных подогревателей.	4
26	Конструкции Регенеративных подогревателей смешивающего типа.	5
27	Типы сетевых подогревателей.	5
28	Назначение испарителей и их типы.	6
29	Схемы подключения и конструкции испарителей.	6
30	Схемы включения испарителя в систему регенерации турбины.	6
31	Установками мгновенного вскипания.	6
32	Основные элементы конструкции испарителей.	6
33	Конструкции и назначение паропреобразователей.	6
34	Назначение и типы сепараторов.	6
35	Основные конструктивные элементы сепараторов.	6
36	Назначение деаэраторов.	7
37	Классификация деаэраторов.	7
38	Основные схемы включения деаэратора.	7
39		

#### 10.2.2. Вариант типовых тестовых задач, разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Условия типовых тестовых задач	Ответ
1	Влажность пара на выходе из ПГ не должна превышать: 1) 10 % 2) 1 % 3) 0,25%	3)
2	Интенсификация теплообмена в газовых ПГ достигается: 1) увеличением поверхности ПГ 2) оребрением труб ПГ 3) применением противоточных схем	2)

### 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

Время на подготовку к зачету 40 мин, в это время входит подготовка ответа на теоретические вопросы и тестирование