

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

июне 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.04

(индекс дисциплины)

Промышленная теплоэнергетика

(Наименование дисциплины)

Кафедра: **24** Промышленной теплоэнергетики

Код

(Наименование кафедры)

Направление подготовки: **13.06.01** Электро- и теплотехника

Профиль подготовки: **Промышленная теплоэнергетика**

Уровень образования: **Подготовка кадров высшей квалификации**

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 | 144 | | 144 |
| | Аудиторные занятия | 80 | | 34 |
| | Лекции | 40 | | 16 |
| | Лабораторные занятия | | | |
| | Практические занятия | 40 | | 18 |
| | Самостоятельная работа | 28 | | 97 |
| | Промежуточная аттестация | 36 | | 13 |
| Формы контроля по семестрам (номер семестра) | Экзамен | 6 | | 6 |
| | Зачет | 5 | | 5 |
| | Контрольная работа (з/о) | | | |
| | Курсовой проект (работа) | | | |
| Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы) | | 4 | | 4 |

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

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.06.01 Электро- и теплотехника

На основании учебных планов № A130601.21-3
Az130601-3

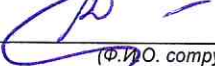
Кафедра-разработчик: Промышленной теплоснабженности
(наименование кафедры)

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

СОГЛАСОВАНИЕ:

Выпускающая кафедра: Промышленной теплоснабженности
(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 промышленной теплоэнергетики

1.3. Задачи дисциплины

В результате освоения программы аспирантуры у выпускника должны быть сформированы:

- универсальные компетенции, не зависящие от конкретного направления подготовки;
- общепрофессиональные компетенции, определяемые направлением подготовки;
- профессиональные компетенции, определяемые направленностью (профилем) программы аспирантуры в рамках направления подготовки (далее - направленность программы).

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

| Код компетенции | Формулировка компетенции | Этап формирования |
|-----------------|---|-------------------|
| ПК-3 | способностью и готовностью устанавливать контакты и выполнять научные исследования в области электро- и теплоэнергетики в составе межрегиональных и международных исследовательских коллективов | 2 |

Планируемые результаты обучения

Знать

Современные информационные технологии;

Уметь

выполнять научные исследования в области электро- и теплоэнергетики;

Владеть

способностью и готовностью устанавливать контакты в составе межрегиональных и международных исследовательских коллективов.

УК-1

способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях

1

Планируемые результаты обучения

Знать

современный уровень научных достижений;

Уметь

проводить критический анализ и оценку современных научных достижений, генерировать новые идеи

Владеть

необходимым уровнем знаний для выполнения анализа и оценки научных достижений.

УК -2

способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки

2

Планируемые результаты обучения

Знать

вопросы истории и философии науки;

Уметь

решать возникающие проблемы обобщения полученных в результате исследования экспериментальных данных;

| Код компетенции | Формулировка компетенции | Этап формирования |
|---|---|-------------------|
| Владеть Способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования. | | |
| УК-3 | готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач | 2 |
| Планируемые результаты обучения Знать: программы проведения научных исследований и технических разработок; Уметь: подготавливать задания для проведения исследовательских и научных работ; Владеть: навыками проведения сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации по теме исследования. | | |

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

Современные информационные технологии ПК-3, УК-2, УК-3

История и философия науки УК-2

Иностранный язык ПК-3, УК-3

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля | Объем (часы) | | |
|--|----------------|-----------------------|------------------|
| | очное обучение | очно-заочное обучение | заочное обучение |
| Учебный модуль 1. Системы энергообеспечения предприятий | | | |
| Тема 1. Тепловые и атомные электрические станции. Принципиальные тепловые схемы. | 10 | | 7 |
| Тема 2. Нетрадиционные источники энергии. Солнечное излучение. Ветроэнергетика. Геотермальные тепловые станции. Топливные элементы. | 3 | | 5 |
| Текущий контроль 1 Устный опрос | 1 | | |
| Учебный модуль 2. Оборудование источников энергообеспечения предприятий | | | |
| Тема 3. Котлоагрегаты. Тепловые схемы. Конструкции основных элементов. | 5 | | 3 |
| Тема 4. Ядерные реакторы и парогенераторы. Типы. Принципы работы. | 6 | | 4 |
| Тема 5. Парогазовые и газотурбинные установки ТЭС и АЭС. Тепловая схема Брайтона-Ренкина. Принципиальные схемы и конструкции. | 4 | | 7 |
| Тема 6. Тепловые насосы. | 4 | | 6 |
| Текущий контроль 2 Устный опрос | 1 | | |
| Промежуточная аттестация по дисциплине зачет | 2 | | 4 |
| Учебный модуль 3. Тепло- и массообменные аппараты различного назначения | | | |
| Тема 7. Регенеративные подогреватели. Тепловые схемы. Конструкции. Условия, определяющие тепловую экономичность. | 10 | | 13 |
| Тема 8. Сетевые подогреватели. Тепловые схемы. Конструкции. Условия, определяющие тепловую экономичность. | 10 | | 13 |
| Тема 9. Деаэраторы. Типы. Тепловые схемы. Конструкции. Принципы работы. | 10 | | 12 |
| Тема 10. Испарители. Типы. Тепловые схемы. Конструкции. Принципы работы. | 8 | | 12 |
| Текущий контроль 3 Устный опрос. | 1 | | |
| Учебный модуль 4. Системы стандартизации и диагностики автоматизированного управления технологическими процессами в тепло- и электроэнергетике. | | | |
| Тема 11. Автоматизированные системы управления производством энергии и их виды. | 8 | | 12 |
| Тема 12. Автоматические системы управления и регулирования. | 8 | | 12 |

| Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля | Объем (часы) | | |
|--|----------------|-----------------------|------------------|
| | очное обучение | очно-заочное обучение | заочное обучение |
| Тема 13. Особенности тепловых объектов управления. | 8 | | 10 |
| Тема 14. Экспериментальное определение характеристик тепловых объектов управления. | 8 | | 15 |
| Текущий контроль 4 Устный опрос | 1 | | |
| Промежуточная аттестация по дисциплине экзамен | 36 | | 9 |
| ВСЕГО: | 144 | | 144 |

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 | 5 | 3 | | | 5 | 1 |
| 2 | 5 | 3 | | | 5 | 1 |
| 3 | 5 | 3 | | | 5 | 1 |
| 4 | 5 | 3 | | | 5 | 2 |
| 5 | 5 | 3 | | | 5 | 2 |
| 6 | 5 | 2 | | | 5 | 1 |
| 7 | 6 | 3 | | | 6 | 1 |
| 8 | 6 | 3 | | | 6 | 1 |
| 9 | 6 | 3 | | | 6 | 1 |
| 10 | 6 | 3 | | | 6 | 1 |
| 11 | 6 | 3 | | | 6 | 1 |
| 12 | 6 | 3 | | | 6 | 1 |
| 13 | 6 | 3 | | | 6 | 1 |
| 14 | 6 | 2 | | | 6 | 1 |
| ВСЕГО: | | 40 | | | | 16 |

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 | Электростанции и их назначение. | 5 | 2 | | | 5 | 1 |
| 1 | Показатели тепловой и общей экономичности электростанций. | 5 | 3 | | | 5 | 1 |
| 1 | Параметры теплового цикла электростанций. | 5 | 2 | | | 5 | 1 |
| 4 | Принципиальные тепловые схемы электростанций на органическом и ядерном топливе. Устный опрос. | 5 | 3 | | | 5 | 1 |
| 3 | Конструктивные элементы котлоагрегатов | 5 | 2 | | | 5 | 1 |
| 4 | Типы ядерных реакторов и парогенераторов | 5 | 1 | | | 5 | 1 |
| 5 | Паровые и газотурбинные установки ТЭС и АЭС. | 5 | 1 | | | 5 | 1 |
| 6 | Типы и конструкции тепловых насосов. Устный опрос | 5 | 3 | | | 5 | 1 |
| 7 | Конструкции регенеративных | 6 | 4 | | | 6 | 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) |
| | подогревателей. | | | | | | |
| 8 | Конструкции сетевых подогревателей. | 6 | 4 | | | 6 | 1 |
| 9 | Конструкции деаэраторов. | 6 | 4 | | | 6 | 1 |
| 10 | Конструкции испарителей. Устный опрос | 6 | 4 | | | 6 | 2 |
| 12 | Автоматизированные системы управления. | 6 | 3 | | | 6 | 2 |
| 14 | Экспериментальное определение характеристик управления. Устный опрос | 6 | 4 | | | 6 | 2 |
| ВСЕГО: | | | 40 | | | | 18 |

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, | Устный опрос | 5 | 2 | | | | |
| 3,4 | Устный опрос | 6 | 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) |
| Изучение материала прослушанных лекций | | | | | 5 | 8 |
| Подготовка к практическим занятиям | | | | | 5 | 8 |
| Изучение материала прослушанных лекций | 6 | 13 | | | 6 | 40 |
| Подготовка к практическим занятиям | 6 | 13 | | | 6 | 41 |
| Подготовка к зачету | 5 | 2 | | | 5 | 4 |
| Подготовка к экзамену | 6 | 36 | | | 6 | 9 |
| ВСЕГО: | | | 64 | | | 110 |

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. 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. Готовский М.А., Суслов В.А. Теплообмен в технологических установках ЦБП: учеб. пособие / СПб ГТУ РП. СПб., 2013. Часть 4. - 85 с
Режим доступа: Электронная библиотека методических указаний, учебно-методических пособий ВШТЭ nizrp.narod.ru/metod/kpte/3.pdf
3. 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>
4. 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>
5. Кудинов И.В. Теоретические основы теплотехники. Часть II. Математическое моделирование процессов теплопроводности в многослойных ограждающих конструкциях [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Кудинов И.В., Стефанюк Е.В.— Электрон. текстовые данные.— Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013.— 422 с
6. Ягов В.В. Теплообмен в однофазных средах и при фазовых превращениях [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Ягов В.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2014.— 542 с.
Режим доступа: IPRbooks - <http://www.iprbookshop.ru/33214>.— ЭБС

б) дополнительная учебная литература

7. Злобин В.Г. Исследование термодинамических процессов [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Техническая термодинамика» для студентов институтов энергетики и автоматизации и безотрывных форм обучения/сост. В.Г. Злобин, С.В. Горбай, Э.Р.Алиев.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД, 2016. – 24 с.
Режим доступа: Электронная библиотека методических указаний, учебно-методических пособий ВШТЭ <http://nizrp.narod.ru/metod/tsuidt//2.pdf>
8. Определение коэффициента гидравлического трения при движении воздуха в круглой трубе [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторной работе №4/ — Электрон. текстовые данные.— Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013.— 16 с.
Режим доступа: IPRbooks - <http://www.iprbookshop.ru/22900>

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

1. Суслов В.А. Тепломассообмен [Текст]: учебное пособие В.А. Суслов / СПб ГТУ РП. СПб, 2008. - 119 с.: ил. 74. – Режим доступа: <http://www.nizrp.narod.ru/teplomassoobmen.htm>.-ЭБ ВШТЭ
2. Смородин С.Н., Иванов А.Н., Белоусов В.Н. Котельные установки и парогенераторы: учеб. пособие/ СПбГТУРП. СПб., 2009. 185 с.
3. Смородин С.Н., Иванов А.Н., Белоусов В.Н., Лакомкин В.Ю. Тепловой и аэродинамический расчёты котельных установок: учеб. пособие/ СПбГТУРП. СПб., 2013. 200 с.
4. Слайды.
5. Макеты отдельных элементов оборудования.
6. Образцы отдельных аппаратов.

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

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

Лекционная аудитория с мультимедийным учебным комплексом, видеопроектор с экраном

8.6. Иные сведения и (или) материалы

1. Презентации по темам практических занятий.
2. Макеты узлов теплообменного оборудования.

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. |
| 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 зачету и экзамену необходимо проработать конспекты, рекомендуемую литературу и т.д. |

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) | Использует современные информационные технологии; Выполняет научные исследования в области электро- и теплоэнергетики; Способен устанавливать контакты в составе межрегиональных и международных исследовательских коллективов. | Устного собеседование, практическое задание | Перечень вопросов для зачета(16 вопросов) и экзамена (50 вопросов), практическое задание (25 задач) |
| УК-1(1) | Демонстрирует знания современного уровня научных достижений; Способен проводить критический анализ и оценку современных научных достижений, генерировать новые идеи Выполняет анализ и оценку научных достижений. | Устного собеседование, практическое задание | Перечень вопросов для зачета(16 вопросов) и экзамена (50 вопросов), практическое задание |

| Код компетенции (этап освоения) | Показатели оценивания компетенций | Наименование оценочного средства | Представление оценочного средства в фонде |
|---------------------------------|---|---|---|
| | | | задание (25 задач) |
| УК -2(2) | Компетентен в вопросах истории и философии науки. Способен решать возникающие проблемы обобщения полученных в результате исследования экспериментальных данных; Проектирует и осуществляет комплексные исследования. | Устного собеседование, практическое задание | Перечень вопросов для зачета(16 вопросов) и экзамена (50 вопросов), практическое задание (25 задач) |
| УК-3(2) | Составляет программы проведения научных исследований и технических разработок. Способен подготовить задания для проведения исследовательских и научных работ. Проводит сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме исследования. | Устного собеседование, практическое задание | Перечень вопросов для зачета(16 вопросов) и экзамена (50 вопросов), практическое задание (25 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 | Практическое задание |
| отлично | Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание предмета и широкую эрудицию в оцениваемой области. Критический, оригинальный подход к материалу. | Качество исполнения всех элементов задания полностью соответствует всем требованиям. |
| хорошо | Ответ стандартный, в целом качественный, основан на всех обязательных источниках информации. Присутствуют небольшие пробелы в знаниях или несущественные ошибки. | Работа выполнена в соответствии с заданием. Имеются отдельные несущественные ошибки. |
| удовлетворительно | Ответ неполный, основанный только на лекционных материалах. При понимании сущности предмета в целом – существенные ошибки или пробелы в знаниях сразу по нескольким темам, незнание (путаница) важных терминов | Задание выполнено полностью, но с существенными ошибками. |
| неудовлетворительно | Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора. Незнание значительной части принципиально важных элементов дисциплины. Многочисленные грубые ошибки. Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользования подсказкой другого человека (вне зависимости от успешности такой попытки). | Отсутствие одного или нескольких обязательных элементов задания, либо грубые ошибки в работе. Представление чужой работы, плагиат, либо отказ от представления работы. |
| 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 и экзамена, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

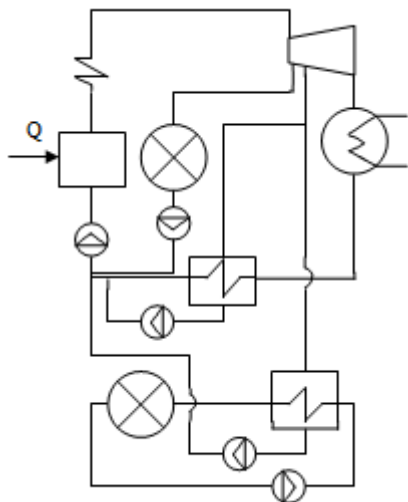
| № п/п | Формулировка вопросов для зачета | № темы |
|-------|--|--------|
| 1 | Виды возобновляемых энергоресурсов. Их теплотехнические характеристики | 2 |
| 2 | Состояние и перспективы развития современных парогазовых установок на ТЭС. | 5 |
| 3 | Статика горения. Материальный и тепловой балансы процесса горения биотоплива | 2 |
| 4 | Основные термодинамические процессы, протекающие в ПГУ в «Т-S» диаграмме | 5 |
| 5 | Динамика горения. Основы кинетики процесса горения биотоплива. Гомогенное и гетерогенное горение. Зависимость скорости горения от концентрации реагирующих веществ и температуры. Порядок реакции. Закон Аррениуса. Энергия активации и тепловой эффект реакции. | 5 |
| 6 | Классификация тепловых электростанций по виду отпускаемой энергии, по виду используемого топлива, по типу основных турбин для привода электрогенератора. | 5 |
| 7 | Способы сжигания биотоплива. Подготовка и технология сжигания биомассы | 2 |
| 8 | Показатели тепловой экономичности ТЭЦ. | 5 |
| 9 | Экологические преимущества перевода котельных на биотопливо | 2 |
| 10 | Цикл ПГУ с котлом-утилизатором (ПГУ-У). | 5 |
| 11 | Способы снижения вредных выбросов | 4 |
| 12 | Назначение, классификация и конструктивные особенности конденсаторов ПТУ. | 4 |
| 13 | Основные элементы конструкций паровых и водогрейных котлов | 3 |
| 14 | Принципиальные тепловые схемы АЭС. Одноконтурные, двухконтурные, трехконтурные тепловые схемы. | 1 |
| 15 | Тепловой, конструктивный, гидравлический, аэродинамический расчёты теплообменников | 6 |
| 16 | Тепловой баланс котлов. | 3 |

| № п/п | Формулировка вопросов для экзамена | № темы |
|-------|--|--------|
| 1 | Виды возобновляемых энергоресурсов. Их теплотехнические характеристики | 2 |
| 2 | Состояние и перспективы развития современных парогазовых установок на ТЭС. | 5 |
| 3 | Статика горения. Материальный и тепловой балансы процесса горения биотоплива | 2 |
| 4 | Основные термодинамические процессы, протекающие в ПГУ в «Т-S» диаграмме | 5 |
| 5 | Динамика горения. Основы кинетики процесса горения биотоплива. Гомогенное и гетерогенное горение. Зависимость скорости горения от концентрации реагирующих веществ и температуры. Порядок реакции. Закон Аррениуса. Энергия активации и тепловой эффект реакции. | 5 |
| 6 | Классификация тепловых электростанций по виду отпускаемой энергии, по виду используемого топлива, по типу основных турбин для привода электрогенератора. | 5 |
| 7 | Способы сжигания биотоплива. Подготовка и технология сжигания биомассы | 2 |
| 8 | Показатели тепловой экономичности ТЭЦ. | 5 |
| 9 | Экологические преимущества перевода котельных на биотопливо | 2 |
| 10 | Цикл ПГУ с котлом-утилизатором (ПГУ-У). | 5 |
| 11 | Способы снижения вредных выбросов | 4 |
| 12 | Назначение, классификация и конструктивные особенности конденсаторов ПТУ. | 4 |
| 13 | Основные элементы конструкций паровых и водогрейных котлов | 3 |
| 14 | Принципиальные тепловые схемы АЭС. Одноконтурные, двухконтурные, трехконтурные тепловые схемы. | 1 |
| 15 | Тепловой, конструктивный, гидравлический, аэродинамический расчёты теплообменников | 6 |
| 16 | Системы теплоснабжения промышленных предприятий | 7 |
| 17 | Промышленные теплофикационные системы | 7 |
| 18 | Схемы тепловых сетей, характер тепловых нагрузок | 7 |
| 19 | Основы расчёта тепловых сетей | 7 |
| 20 | Теория рекуперативного теплообмена. Коэффициенты теплопроводности, теплоотдачи, теплопередачи | 8 |

| | | |
|----|--|----|
| 21 | Методы расчёта теплообменных установок | 8 |
| 22 | Теория подобия. Основные критериальные уравнения | 9 |
| 23 | Конструктивный расчёт теплообменных аппаратов. Тепловой, гидравлический и аэродинамический расчёты | 9 |
| 24 | Методы оценки энергетической эффективности теплообменного оборудования | 13 |
| 25 | Способы повышения эффективности теплообмена | 11 |
| 26 | Разработка проектных решений по совершенствованию принципиальных схем АЭС. | 1 |
| 27 | Пуско-наладочные испытания теплообменного оборудования | 14 |
| 28 | Правила эксплуатации и ремонта теплообменного оборудования. Пуски и остановы. Системы планово-предупредительных ремонтов. Сервисное обслуживание | 14 |
| 29 | Методика проведения испытаний котлов при стационарных режимах. | 14 |
| 30 | Составление характеристик опытов, | 14 |
| 31 | Приведение результатов испытаний к номинальным, | 14 |
| 32 | Тепловой баланс котлов. | 3 |
| 33 | Цель постановки эксперимента. Теория познания. Метод научного исследования. Ступени процесса познания. | 14 |
| 34 | Классификация средств измерений. | 11 |
| 35 | Виды экспериментов. Способ обработки результатов экспериментальных данных. | 14 |
| 36 | Основные понятия теории погрешностей. | 11 |
| 37 | Основные условия проведения эксперимента | 14 |
| 38 | Принцип построения плана Плакетта – Бермана. Расчет эффектов отдельных факторов. | 14 |
| 39 | Методика проведения опытов и обработка результатов. | 14 |
| 40 | Обобщающие уравнения по теплообмену при кипении в большом объеме и каналах | 12 |
| 41 | Причины возникновения кризиса кипения. | 12 |
| 42 | Теплоотдача при движении жидкости в трубах | 12 |
| 43 | Теплоотдача при поперечном омывании пучков труб. | 12 |
| 44 | Теплоотдача излучением между твердыми телами. | 9 |
| 45 | Теплоотдача излучением в газах. | 9 |
| 46 | Теплоотдача при пленочной конденсации пара на поверхности труб. | 9 |
| 47 | Тепловой расчет теплообменных аппаратов. | 9 |
| 48 | Гидравлический расчет теплообменных аппаратов. | 8 |
| 49 | Основные способы интенсификации конвективного теплообмена. | 8 |
| 50 | Факторы, влияющие на интенсивность теплообмена при конденсации | 10 |

10.2.2 Варианты типовых контрольных заданий для экзамена

| № п/п | Варианты заданий (условия типовых задач, кейсов) | |
|-------|--|---|
| 1 | Примером <i>гетерогенного</i> горения является ... 1. горение летучих веществ 2. горение биогаза 3. горение древесных гранул 4. горение биоэтанола | 3 |
| 2 | <u>Определить параметры воздуха при сжатии в компрессоре.</u> Дано: Воздух, всасывается в компрессор при давлении $p_1=0,1$ МПа и температуре $t_1 = 20^\circ\text{C}$, сжимается до давления $p_2=0,4$ МПа. Внутренний относительный КПД компрессора $\eta_{\text{кoi}} = 0,85$. <u>Определить:</u> 1) теоретическую работу изоэнтропийного сжатия; 2) действительную работу сжатия; 3) параметры воздуха в начале сжатия. | 1) 143 кДж/кг; 2) 168,2 кДж/кг; 3) $h_1=293,3$ кДж/кг; $S_1=6,68$ кДж/(кг К) |
| 3 | Определить в приведенной схеме тип используемой турбины: А) Турбина с противодавлением; Б) Теплофикационная турбина; В) Конденсационная турбина Г) Турбина с двумя регулируемы отборами пара на производство и теплофикацию | Г). |



- 4 Исходя из заданного состава твёрдого топлива, определить:
- низшую теплоту сгорания рабочей массы топлива,
 - высшую теплоту сгорания рабочей массы топлива,
 - высшую теплоту сгорания беззольной массы топлива.

| W^r | A^r | S^r | C^r |
|-------|-------|-------|-------|
| % | % | % | % |
| 10.5 | 17.9 | 1.7 | 55.8 |
| H^r | N^r | O^r | |
| 3,7 | 0,6 | 9,8 | |

$$Q_H^p = 340C^p + 1030H^p - 109(O^p - S^p) - 25,1W^p =$$

$$= 340 \cdot 55,8 + 1030 \cdot 3,7 - 109(9,8 - 1,7) - 25,1 \cdot 10,5 = 21637 \text{ кДж/кг}$$

$$Q_p^B = Q_H^p + 25(W^r + 9H^r) = 21637 + 25(10,5 + 9 \cdot 3,7) = 22732 \text{ кДж/кг};$$

$$C^c = 100 \cdot 55,8 / (100 - 10,5 - 17,9) = 77,9$$

$$H^c = 100 \cdot 3,7 / (100 - 10,5 - 17,9) = 5,17$$

$$O^c = 100 \cdot 9,8 / (100 - 10,5 - 17,9) = 13,7$$

$$S^c = 100 \cdot 1,7 / (100 - 10,5 - 17,9) = 2,37$$

$$N^c = 100 \cdot 0,6 / (100 - 10,5 - 17,9) = 0,83$$

$$Q_H^p = 340 \cdot 77,9 + 1030 \cdot 5,17 - 109 \cdot (13,7 - 2,4) = 30579$$

Каменный уголь

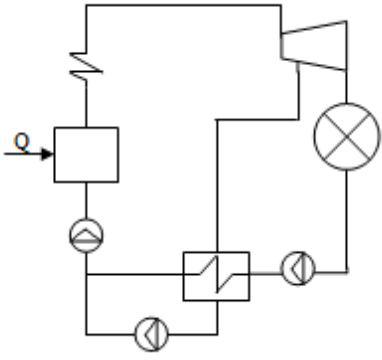
- 5 Определить расход условного топлива $V_{\text{усл}}$ (кг/с) для покрытия тепловой нагрузки водогрейного котла. Производительность 200 т/ч, температура воды на входе 70 °С, на выходе – 150 °С. КПД котла 90 %.

$$Q = G \cdot Cp(t_{\text{вых}} - t_{\text{вх}}) = (200/3,6) \cdot 4,19(150 - 70) = 16144 \text{ кВт};$$

$$V = Q / (\eta \cdot Q_p^H) = 16144 / (0,9 \cdot 29310) = 6,0 \text{ кг/с}.$$

- 6 Определить в приведенной схеме тип используемой турбины.
 Дано: А) Турбина с противодавлением;
 Б) Теплофикационная турбина;
 В) Конденсационная турбина
 Г) Турбина с двумя регулируемы отборами пара на производство и теплофикацию

А.

| | | |
|----|---|---|
| |  | |
| 7 | <p>Определить правильный вариант ответа Диаграммой режимов называется зависимость <u>Дано:</u> 1. Мощности турбины от расхода пара 2. Давление свежего пара от мощности турбины 3. КПД турбоустановки от мощности турбины 4. КПД турбоустановки от расхода свежего пара на турбину</p> | 1. |
| 8 | <p>Какой газ применяется для охлаждения электрогенераторов? 1. Криптон 2. Водород 3. Оксид азота 4. Аргон</p> | 2 |
| 9 | <p>По способу передачи теплоты теплообменные аппараты классифицируются следующим образом: 1. подогреватели, испарители, холодильники, калориферы, радиаторы 2. рекуперативные (поверхностные), регенеративные, смесительные (контактные) 3. парожидкостные, газожидкостные, жидкостно-жидкостные, газо-газовые 4. высокотемпературные, среднетемпературные, криогенные, низкотемпературные</p> | 2 |
| 10 | <p>Как и почему можно упростить расчёт коэффициента теплопередачи для <u>газо-газовых</u> и <u>газо-жидкостных</u> теплообменников, изготовленных из стальных труб? Толщина стенки трубок $\delta_{ст} = 2$ мм, теплопроводность стали $\lambda_{ст} = 57$ Вт/(м·°С), коэффициент теплоотдачи со стороны газов $\alpha_г = 50$ Вт/(м²·°С), коэффициент теплоотдачи со стороны жидкости $\alpha_ж = 5000$ Вт/(м²·°С). Ответ аргументировать математически.</p> | $K = \frac{1}{[1/50 + 0,002/57 + 1/5000]}$ $= 1/(0,02 + 3 \cdot 10^{-5} + 0,2 \cdot 10^{-5})$ $< 50 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°С})$ $\delta/\lambda \ll 1/\alpha_1 < 1/\alpha_2; \delta/\lambda \rightarrow 0$ $K = \alpha_1 \cdot \alpha_2 / (\alpha_1 + \alpha_2) = \alpha_1 / (\alpha_1/\alpha_2 + 1)$ |
| 11 | <p>Определить абсолютный внутренний КПД ПТУ, η_i. <u>Дано:</u> приведенный внутренний теплоперепад, $H_i = 1200$ кДж/кг; энтальпия перегретого пара на выходе из котла, $h_0 = 3620$ кДж/кг; энтальпия питательной воды на входе в котел $h_{пв} = 1000$ кДж/кг.</p> | <p>Количество теплоты, затрачиваемой в котле на получение 1 кг пара, $q_1 = h_0 - h_{пв} = 2620$ кДж/кг; абсолютный внутренний КПД ПТУ, $\eta_i = H_i/q_1 = 0,458$. $\therefore \eta_i = 0,458$</p> |
| 12 | <p>Определить поверхность нагрева воздухоподогревателя. Исходные данные: температура воздуха на входе 30 °С температура воздуха на выходе 100 °С теоретический объем воздуха 9 м³/м³ расход топлива 1,3 м³/с топливо: природный газ, теплота сгорания 35,6 кДж/м³ коэффициент расхода воздуха 1,14 теплоемкость воздуха 0,96 кДж/(м³·°С) коэффициент теплоотдачи с воздушной стороны 50</p> | $V_{возд} = 9 \cdot 1,3 = 11,7 \text{ м}^3/\text{с}$ $Q = V_{возд} \cdot c_p \cdot \delta t / \eta =$ $11,7 \cdot 0,96 \cdot 70 / 0,75 =$ $= 590 \text{ кВт}$ $K = 1/(1/\alpha_1 + 1/\alpha_2) =$ $1/(1/50 + 1/30) =$ $= 18,9 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°С})$ $F = Q/(K \cdot \Delta t) =$ $590000 / (18,9 \cdot 90) = 346,8$ м^2 |

| | | |
|----|---|---|
| | <p>Вт/(м²°С) коэффициент теплоотдачи с газовой стороны 30 Вт/(м²°С) коэффициент использования поверхности нагрева 0,75 температурный напор 90°С</p> | |
| 13 | <p>График температурного напора</p> $\Delta t_6 = t_1' - t_2'$ $\Delta t_m = t_1'' - t_2''$ <p>соответствует теплообменнику...</p> <ol style="list-style-type: none"> с прямоточной схемой движения теплоносителей с противоточной схемой движения теплоносителей с перекрёстным током с фазовым превращением одного из теплоносителей | 1 |
| 14 | <p>Определить поверхность нагрева экономайзера.</p> <p>Исходные данные: расход воды 75 т/ч температурный напор 120 °С давление воды 40 бар температура воды на входе 150 °С температура воды на выходе 200 °С</p> <p>коэффициент теплопередачи 60 Вт/(м²°С) расход топлива 5000 м³/ч топливо: природный газ, теплота сгорания 35600 кДж/м³</p> | $F = Q / (k \cdot \Delta t);$ $Q_2 = 4,84 \cdot 50 \cdot 75 / 3,6 = 5042 \text{ кВт};$ $F = 5042 \cdot 10^3 / (60 \cdot 120) = 700 \text{ м}^2$ |
| 15 | <p>В теплообменнике мазут охлаждается от температуры $t_1' = 380$ °С до температуры $t_1'' = 145$ °С, а сырая нефть при этом нагревается от температуры $t_2' = 28$ °С до температуры $t_2'' = 140$ °С. Определить средний температурный напор в теплообменнике, если его запроектировать по схеме «прямоток» $\Delta t_{\text{прям}}$ и «противоток» $\Delta t_{\text{прот}}$.</p> <p>Определить экономию в поверхности нагрева ΔF^*, которую даёт схема «противоток» по сравнению со схемой «прямоток», если в обоих случаях коэффициент теплопередачи и количество передаваемого тепла одинаковы.</p> | $F = Q / (k \cdot \Delta t);$ $\Delta t = \Delta t_6 - \Delta t_m / \ln \Delta t_6 / \Delta t_m;$ <p>«прямоток»: $\Delta t_1 = 81,6$ °С; «противоток»: $\Delta t_2 = 170,8$ °С;</p> $F_1 / F_2 = 170,8 / 81,6 = 2,1$ |
| 16 | <p>Рассчитать средний температурный напор $\Delta t_{\text{ср}}$ подогревателя.</p> <p>Исходные данные: Давление греющего пара $P_n = 11$ бар Расход воды $G_v = 130$ т/ч Температура воды на входе $t_v^{\text{вх}} = 76$ °С Температура воды на выходе $t_v^{\text{вых}} = 150$ °С Материал трубок – латунь</p> <p>Диаметры трубок $d_w/d_{\text{вн}} = 16/14$ мм</p> | $\Delta t_{\text{ср}} = (\Delta t_6 - \Delta t_m) / \ln(\Delta t_6 / \Delta t_m) =$ $= [(184 - 76) - (184 - 150)] / \ln(108/34) = 64,3 \text{ } ^\circ\text{C}$ |

| | | |
|----|---|---|
| 17 | <p>Выбрать из перечисленных критерий K_t:</p> $\frac{r}{C_p \cdot T_H}$ $\frac{(r \cdot \rho'')^2}{C_p \cdot T_H \cdot \rho' \sqrt{\sigma \cdot g(\rho' - \rho'')}} \quad \frac{r}{g \sqrt{\frac{\sigma}{g(\rho' - \rho'')}}}$ | $\frac{(r \cdot \rho'')^2}{C_p \cdot T_H \cdot \rho' \sqrt{\sigma \cdot g(\rho' - \rho'')}}}$ |
| 18 | <p>Определить электрическую мощность ПТУ, N_3. Дано: расход пара, $G=165$ кг/с; располагаемый теплоперепад, $H_0=1640$ кДж/кг; относительный внутренний КПД, $\eta_{oi}=0,79$; механический КПД, $\eta_m=0,97$; КПД электрогенератора, $\eta_{er}=0,96$.</p> | $N_3=G \cdot H_0 \cdot \eta_{oi} \cdot \eta_m \cdot \eta_{er}=199066$ кВт ≈ 200 МВт $N_3=200$ МВт |
| 19 | <p>Каким явлением обусловлен кризис при кипении жидкости в большом объеме?</p> | <p>образованием паровой пленки, отделяющей жидкость от поверхности теплообмена и резким падением «α»</p> |
| 20 | <p>Как изменится коэффициент теплоотдачи при движении жидкости внутри трубы испарителя диаметром d_1, если диаметр <u>уменьшится</u> в 2 раза: $d_2=0,5d_1$ Расход жидкости, температуры жидкости и стенки остаются постоянными. Режим движения – развитый турбулентный.</p> | $\alpha_{d1}/\alpha_{d2} = 0,3$ |
| 21 | <p>Как изменится коэффициент теплоотдачи при движении жидкости внутри трубы диаметром d_1, если диаметр <u>увеличится</u> в 2 раза: $d_2=2d_1$ Расход жидкости, температуры жидкости и стенки остаются постоянными. Режим движения – развитый турбулентный.</p> | $\alpha_{d1}/\alpha_{d2} = 3,5$ |
| 22 | <p>Рассчитать тепловой баланс и КПД парового котла, работающего на природном газе с $Q_H^p=36,7$ МДж/м³ при следующих исходных данных: объем дымовых газов $V_r^d=12$ м³/м³; $a_3 = 0,004$ – относительная потеря теплоты вследствие химического недожога; $a_4 = 0,003$ – относительная потеря теплоты вследствие механического недожога; $a_5 = 0,002$ – относительная потеря теплоты в окружающую среду; $t_{y.e.} = 140$ °С</p> | $Q_p^p = Q_H^p = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5$; ; $Q_2 = V_r^d \cdot C_r \cdot t_{y.e.} = 12 \cdot 1,4 \cdot 140 = 2350$ кДж/м ³ ; $Q_3 + Q_4 = (a_3 + a_4) Q_H^p = (0,003 + 0,004) 36700 = 257$ кДж/м ³ ; $Q_5 = a_5 \cdot Q_H^p = 0,002 \cdot 36700 = 73$ кДж/м ³ ; $Q_1 = Q_H^p - (Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5) = 36700 - (2350 + 257 + 73) = 34020$ кДж/м ³ ; $\eta_k = (Q_1 / Q_H^p) \cdot 100 = (34020 / 36700) \cdot 100 = 92,8\%$ |
| 23 | <p>При пуске турбины из холодного состояния валоповоротное устройство должно отключаться при частоте вращения ротора порядка</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 4 об/мин 2. 40 об/мин 3. 400 об/мин 4. 3000 об/мин | <p>3.</p> |
| 24 | <p>РОУ предназначена для:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Уменьшения давления и температуры питательной воды 2. Уменьшения температуры и давления пара 3. Увеличение давления и температуры воды 4. Увеличение давления и температуры пара | <p>2.</p> |

| | | |
|----|--|----|
| 25 | В маслоохладителях ПТУ масло охлаждается: 1. Основным конденсатом 2. Сетевой воды 3. Циркуляционной водой 4. Питательной водой 5. Химически очищенной водой | 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, 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 экзамена и зачета

Время на подготовку к экзамену 45 мин, в это время входит подготовка ответа на теоретические вопросы и решение практической задачи. Для расчетов студенту необходимо иметь калькулятор, также ему предоставляется справочная информация.

Время на подготовку к зачету 30 мин, в это время входит подготовка ответа на теоретические вопросы.