



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции

УТВЕРЖДАЮ  
Начальник учебно-методического управления

«29» июня 2023 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Теплогенерирующие установки

направление подготовки/специальность 08.03.01 Строительство

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Инженерные системы  
жизнеобеспечения в строительстве

Форма обучения очно-заочная

Санкт-Петербург, 2023

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины являются подготовка специалиста в области проектирования, строительства и эксплуатации отопительных, отопительно-производственных и производственных котельных, оснащённых паровыми и водогрейными котлоагрегатами малой и средней мощности – источников, которые наряду с ТЭЦ являются основными теплогенерирующими источниками для систем теплоснабжения жилищно-коммунального сектора (ЖКС), промышленных предприятий и других объектов различного назначения.

Задачами освоения дисциплины являются передача студенту комплекса необходимых знаний по проектированию и эксплуатации котельных; выборе и расчёте принципиальных тепловых схем котельных и котельных агрегатов, определению характеристик топочно-горелочных устройств и котлов, требуемых для эффективной и безопасной выработки тепловой энергии; расчету инженерных систем котельных, а также основного и вспомогательного их оборудования; определении степени воздействия продуктов сгорания органического топлива на окружающую среду; условий безопасной и эффективной эксплуатации оборудования котельных.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

| Код и наименование компетенции  | Код и наименование индикатора достижения компетенции  | Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения ОПОП   |
|---|---|--|
| ПК-3 Способен организовывать работы по техническому обслуживанию и ремонту инженерных систем жизнеобеспечения в строительстве | ПК-3.1 Осуществляет выбор нормативно-технических документов, регламентирующих санитарную, пожарную и экологическую безопасность функционирования инженерных систем жизнеобеспечения в строительстве | <b>знает</b><br>основы осуществления выбора нормативно-технических документов, регламентирующих санитарную, пожарную и экологическую безопасность функционирования инженерных систем жизнеобеспечения в строительстве<br><b>умеет</b><br>проводить выбор нормативно-технических документов, регламентирующих санитарную, пожарную и экологическую безопасность функционирования инженерных систем жизнеобеспечения в строительстве<br><b>владеет</b><br>методами проведения выбора нормативно-технических документов, регламентирующих санитарную, пожарную и экологическую безопасность функционирования инженерных систем жизнеобеспечения в строительстве |

|  |  |   |
|--|--|---|
| <p>ПК-3 Способен организовывать работы по техническому обслуживанию и ремонту инженерных систем жизнеобеспечения в строительстве</p> | <p>ПК-3.2 Проводит оценку соответствия инженерных систем жизнеобеспечения в строительстве требованиям санитарной, пожарной и экологической безопасности</p>                  | <p><b>знает</b><br/>основы оценки соответствия инженерных систем жизнеобеспечения в строительстве требованиям санитарной, пожарной и экологической безопасности</p> <p><b>умеет</b><br/>проводить оценку соответствия инженерных систем жизнеобеспечения в строительстве требованиям санитарной, пожарной и экологической безопасности</p> <p><b>владеет</b><br/>методами оценки соответствия инженерных систем жизнеобеспечения в строительстве требованиям санитарной, пожарной и экологической безопасности</p>  |
| <p>ПК-3 Способен организовывать работы по техническому обслуживанию и ремонту инженерных систем жизнеобеспечения в строительстве</p> | <p>ПК-3.3 Осуществляет технический и технологический контроль выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту инженерных систем жизнеобеспечения в строительстве</p> | <p><b>знает</b><br/>основы технического и технологического контроля выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту инженерных систем жизнеобеспечения в строительстве</p> <p><b>умеет</b><br/>проводить технический и технологический контроль выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту инженерных систем жизнеобеспечения в строительстве</p> <p><b>владеет</b><br/>методами осуществления технического и технологического контроля выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту инженерных систем жизнеобеспечения в строительстве</p> |
| <p>ПК-3 Способен организовывать работы по техническому обслуживанию и ремонту инженерных систем жизнеобеспечения в строительстве</p> | <p>ПК-3.4 Производит инструментальный контроль температурных и гидравлических режимов работы инженерных систем жизнеобеспечения в строительстве</p>                          | <p><b>знает</b><br/>основы инструментального контроля температурных и гидравлических режимов работы инженерных систем жизнеобеспечения в строительстве</p> <p><b>умеет</b><br/>проводить инструментальный контроль температурных и гидравлических режимов работы инженерных систем жизнеобеспечения в строительстве</p> <p><b>владеет</b><br/>методами проведения инструментального контроля температурных и гидравлических режимов работы инженерных систем жизнеобеспечения в строительстве</p>   |

|  |   |   |
|--|---|---|
| ПК-3<br>Способен организовывать работы по техническому обслуживанию и ремонту инженерных систем жизнеобеспечения в строительстве | ПК-3.5<br>Устанавливает возможные причины отказов и аварийных ситуаций в инженерных системах жизнеобеспечения в строительстве                                       | <b>знает</b><br>возможные причины отказов и аварийных ситуаций в инженерных системах жизнеобеспечения в строительстве<br><b>умеет</b><br>устанавливать возможные причины отказов и аварийных ситуаций в инженерных системах жизнеобеспечения в строительстве<br><b>владеет</b><br>методами установления возможных причин отказов и аварийных ситуаций в инженерных системах жизнеобеспечения в строительстве  |
| ПК-3<br>Способен организовывать работы по техническому обслуживанию и ремонту инженерных систем жизнеобеспечения в строительстве | ПК-3.6<br>Осуществляет выбор способов проведения работ по ликвидации аварийных ситуаций, аварийному обслуживанию инженерных систем жизнеобеспечения в строительстве | <b>знает</b><br>способы проведения работ по ликвидации аварийных ситуаций, аварийному обслуживанию инженерных систем жизнеобеспечения в строительстве<br><b>умеет</b><br>выбирать способы проведения работ по ликвидации аварийных ситуаций, аварийному обслуживанию инженерных систем жизнеобеспечения в строительстве<br><b>владеет</b><br>методами выбора способов проведения работ по ликвидации аварийных ситуаций, аварийному обслуживанию инженерных систем жизнеобеспечения в строительстве |

### 3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.В.ДВ.01.01.01 основной профессиональной образовательной программы 08.03.01 Строительство и относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана.

| № п/п | Предшествующие дисциплины | Код и наименование индикатора достижения компетенции                                      |
|-------|---------------------------|---|
| 1     | Физика                    | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.4, ОПК-1.5, ОПК-1.11, УК-1.1                                      |
| 2     | Информационные технологии | ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, УК-1.1, УК-1.2, УК-1.6   |
| 3     | Компьютерная графика      | ОПК-1.9   |
| 4     | Техническая термодинамика | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.4, ОПК-1.5  |
| 5     | Высшая математика         | ОПК-1.6, ОПК-1.7, ОПК-1.8, УК-2.1, УК-2.3, УК-2.4   |
| 6     | Тепломассообмен           | ПК-1.3  |
| 7     | Строительная теплофизика  | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.4, ОПК-1.5, ОПК-3.1, ОПК-3.6, ОПК-3.7, ОПК-4.2, ОПК-6.1, ОПК-6.14 |
| 8     | Механика жидкости и газа  | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.4, ОПК-1.5, ОПК-1.7, ОПК-3.2                                      |

Высшая математика:  
интегральное и дифференциальное исчисление, методики решения линейных уравнений и их систем

Механика жидкости и газов:

Законы движения жидкости и газа, методики определения местных сопротивлений

Строительная теплофизика и теплообмен:

Законы теплопередачи, методы повышения эффективности использования тепловой энергии

Физика:

Закон Бернулли, гидромеханика

Прикладная химия:

Химические реакции окисления металлов, реакции образования солей и их соединений

Информационные технологии и компьютерная графика:

Основы работы с офисными приложениями

Основы работы с САД-системами

Техническая термодинамика:

Термодинамические законы и циклы

| №<br>п/п | Последующие дисциплины | Код и наименование индикатора<br>достижения компетенции |
|----------|------------------------|---|
|----------|------------------------|---|

|   |  |   |
|---|--|---|
| 1 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы | УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5, УК-1.6, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, УК-2.4, УК-3.1, УК-3.2, УК-3.3, УК-3.4, УК-3.5, УК-3.6, УК-4.1, УК-4.2, УК-4.3, УК-4.4, УК-5.1, УК-5.2, УК-5.3, УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3, УК-6.4, УК-6.5, УК-7.1, УК-7.2, УК-7.3, УК-7.4, УК-8.1, УК-8.2, УК-8.3, УК-8.4, УК-9.1, УК-9.2, УК-9.3, УК-9.4, УК-9.5, УК-10.1, УК-10.2, УК-10.3, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-1.5, ОПК-1.6, ОПК-1.7, ОПК-1.8, ОПК-1.9, ОПК-1.10, ОПК-1.11, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.4, ОПК-3.5, ОПК-3.6, ОПК-3.7, ОПК-3.8, ОПК-3.9, ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ОПК-4.4, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-5.4, ОПК-5.5, ОПК-5.6, ОПК-5.7, ОПК-5.8, ОПК-5.9, ОПК-5.10, ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3, ОПК-6.4, ОПК-6.5, ОПК-6.6, ОПК-6.7, ОПК-6.8, ОПК-6.9, ОПК-6.10, ОПК-6.11, ОПК-6.12, ОПК-6.13, ОПК-6.14, ОПК-6.15, ОПК-6.16, ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3, ОПК-7.4, ОПК-7.5, ОПК-7.6, ОПК-7.7, ОПК-8.1, ОПК-8.2, ОПК-8.3, ОПК-8.4, ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3, ОПК-9.4, ОПК-9.5, ОПК-9.6, ОПК-10.1, ОПК-10.2, ОПК-10.3, ОПК-10.4, ОПК-10.5, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4, ПК-1.5, ПК-1.6, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4, ПК-2.5, ПК-2.6, ПК-2.7, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-3.6, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5, ПК(Ц)-1.6 |
|---|--|---|

**4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

| Вид учебной работы                          | Всего часов | Из них часы на практическую подготовку | Семестр |
|---|-------------|--|---------|
|   |             |  | 8       |
| <b>Контактная работа</b>                    | 30          |  | 30      |
| Лекционные занятия (Лек)                    | 12          | 0                                      | 12      |
| Лабораторные занятия (Лаб)                  | 6           | 6                                      | 6       |
| Практические занятия (Пр)                   | 6           | 6                                      | 6       |
| Практические занятия в сессию (ПЗэ)         | 6           | 6                                      | 6       |
| <b>Иная контактная работа, в том числе:</b> | 1,5         |  | 1,5     |







|      |   |   |     |  |     |  |  |   |     |   |
|------|---|---|-----|--|-----|--|--|---|-----|---|
| 5.1. | Чугунно-секционные котлы малой мощности         | 8 | 0,5 |  |     |  |  |   | 0,5 | ПК-3.1,<br>ПК-3.2,<br>ПК-3.3,<br>ПК-3.4,<br>ПК-3.5,<br>ПК-3.6 |
| 5.2. | Паровые и водогрейные водотрубные котлы         | 8 | 0,5 |  |     |  |  |   | 0,5 | ПК-3.1,<br>ПК-3.2,<br>ПК-3.3,<br>ПК-3.4,<br>ПК-3.5,<br>ПК-3.6 |
| 5.3. | Паровые и водогрейные жаротрубные котлы         | 8 | 0,5 |  |     |  |  |   | 0,5 | ПК-3.1,<br>ПК-3.2,<br>ПК-3.3,<br>ПК-3.4,<br>ПК-3.5,<br>ПК-3.6 |
| 5.4. | Конденсационные котлы                           | 8 | 0,5 |  |     |  |  |   | 0,5 | ПК-3.1,<br>ПК-3.2,<br>ПК-3.3,<br>ПК-3.4,<br>ПК-3.5,<br>ПК-3.6 |
| 6.   | 6 раздел. Топочные устройства                   |   |     |  |     |  |  |   |     |   |
| 6.1. | Топки для слоевого сжигания твёрдого топлива    | 8 | 0,5 |  |     |  |  |   | 0,5 | ПК-3.1,<br>ПК-3.2,<br>ПК-3.3,<br>ПК-3.4,<br>ПК-3.5,<br>ПК-3.6 |
| 6.2. | Топки кипящего слоя. Вихревые и циклонные топки | 8 | 0,5 |  |     |  |  |   | 0,5 | ПК-3.1,<br>ПК-3.2,<br>ПК-3.3,<br>ПК-3.4,<br>ПК-3.5,<br>ПК-3.6 |
| 6.3. | Камерные топки                                  | 8 | 0,5 |  |     |  |  |   | 0,5 | ПК-3.1,<br>ПК-3.2,<br>ПК-3.3,<br>ПК-3.4,<br>ПК-3.5,<br>ПК-3.6 |
| 7.   | 7 раздел. Горелочные устройства                 |   |     |  |     |  |  |   |     |   |
| 7.1. | Газогорелочные устройства                       | 8 |     |  | 0,5 |  |  | 1 | 1,5 | ПК-3.1,<br>ПК-3.2,<br>ПК-3.3,<br>ПК-3.4,<br>ПК-3.5,<br>ПК-3.6 |



|       |   |   |     |  |     |   |   |   |    |     |   |
|-------|---|---|-----|--|-----|---|---|---|----|-----|---|
| 10.1. | Утилизаторы теплоты уходящих газов. Поверхности нагрева котлов, пароперегреватели                       | 8 | 0,5 |  |     |   |   |   |    | 0,5 | ПК-3.1,<br>ПК-3.2,<br>ПК-3.3,<br>ПК-3.4,<br>ПК-3.5,<br>ПК-3.6 |
| 10.2. | Обмуровка котлов. Взрывные и предохранительные клапана, лестницы, площадки, гарнитура котлоагрегата.    | 8 | 0,5 |  |     |   |   |   |    | 0,5 | ПК-3.1,<br>ПК-3.2,<br>ПК-3.3,<br>ПК-3.4,<br>ПК-3.5,<br>ПК-3.6 |
| 10.3. | Барабаны котлоагрегатов   | 8 | 0,5 |  |     |   |   |   |    | 0,5 | ПК-3.1,<br>ПК-3.2,<br>ПК-3.3,<br>ПК-3.4,<br>ПК-3.5,<br>ПК-3.6 |
| 10.4. | Продувка котлоагрегатов   | 8 |     |  | 0,5 |   |   |   | 8  | 8,5 | ПК-3.1,<br>ПК-3.2,<br>ПК-3.3,<br>ПК-3.4,<br>ПК-3.5,<br>ПК-3.6 |
| 11.   | 11 раздел. Топливное хозяйство  |   |     |  |     |   |   |   |    |     |   |
| 11.1. | Топливоснабжение газифицированных котельных   | 8 | 0,5 |  |     |   |   |   |    | 0,5 | ПК-3.1,<br>ПК-3.2,<br>ПК-3.3,<br>ПК-3.4,<br>ПК-3.5,<br>ПК-3.6 |
| 12.   | 12 раздел. Системы шлакозолоудаления, дымоудаления и очистки продуктов сгорания от вредных ингредиентов |   |     |  |     |   |   |   |    |     |   |
| 12.1. | Системы подачи воздуха на горение   | 8 |     |  | 1   | 1 | 6 | 6 | 39 | 46  | ПК-3.1,<br>ПК-3.2,<br>ПК-3.3,<br>ПК-3.4,<br>ПК-3.5,<br>ПК-3.6 |
| 12.2. | Системы дымоудаления котельных  | 8 |     |  | 1   | 1 |   |   | 22 | 23  | ПК-3.1,<br>ПК-3.2,<br>ПК-3.3,<br>ПК-3.4,<br>ПК-3.5,<br>ПК-3.6 |
| 12.3. | Системы шлакозолоудаления котельных со слоевым сжиганием топлива  | 8 | 0,5 |  |     |   |   |   |    | 0,5 | ПК-3.1,<br>ПК-3.2,<br>ПК-3.3,<br>ПК-3.4,<br>ПК-3.5,<br>ПК-3.6 |

|       |  |   |     |  |   |   |  |  |     |   |   |
|-------|--|---|-----|--|---|---|--|--|-----|---|---|
| 12.4. | Системы очистки дымовых газов от уносов                | 8 | 0,5 |  |   |   |  |  | 0,5 | ПК-3.1,<br>ПК-3.2,<br>ПК-3.3,<br>ПК-3.4,<br>ПК-3.5,<br>ПК-3.6 |   |
| 13.   | 13 раздел. Оборудование деаэрирования питательной воды |   |     |  |   |   |  |  |     |   |   |
| 13.1. | Атмосферные колонковые и бесколонковые деаэраторы      | 8 |     |  | 1 | 1 |  |  | 6   | 7   | ПК-3.1,<br>ПК-3.2,<br>ПК-3.3,<br>ПК-3.4,<br>ПК-3.5,<br>ПК-3.6 |
| 14.   | 14 раздел. Вспомогательное оборудование котельной      |   |     |  |   |   |  |  |     |   |   |
| 14.1. | Теплообменные аппараты, насосы и инжекторы             | 8 | 0,5 |  | 1 | 1 |  |  | 8   | 9,5   | ПК-3.1,<br>ПК-3.2,<br>ПК-3.3,<br>ПК-3.4,<br>ПК-3.5,<br>ПК-3.6 |
| 14.2. | Расширительные баки и запорная арматура                | 8 |     |  | 3 | 2 |  |  | 11  | 14  | ПК-3.1,<br>ПК-3.2,<br>ПК-3.3,<br>ПК-3.4,<br>ПК-3.5,<br>ПК-3.6 |
| 15.   | 15 раздел. Иные формы контактной работы (8 семестр)    |   |     |  |   |   |  |  |     |   |   |
| 15.1. | Курсовой проект  | 8 |     |  |   |   |  |  |     | 1,25  | ПК-3.1,<br>ПК-3.2,<br>ПК-3.3,<br>ПК-3.4,<br>ПК-3.5,<br>ПК-3.6 |
| 16.   | 16 раздел. Контроль (8 семестр)                        |   |     |  |   |   |  |  |     |   |   |
| 16.1. | Экзамен  | 8 |     |  |   |   |  |  |     | 9   | ПК-3.1,<br>ПК-3.2,<br>ПК-3.3,<br>ПК-3.4,<br>ПК-3.5,<br>ПК-3.6 |

#### 5.1. Лекции

| № разд | Наименование раздела и темы лекций  | Наименование и краткое содержание лекций   |
|--------|---|--|
| 1      | Общие сведения об энергетических источниках. Основные тенденции их развития | Общие сведения об энергетических источниках. Основные тенденции их развития<br>Вводные сведения. Энергетические ресурсы. Возобновляемые и невозобновляемые энергетические ресурсы их роль в народном |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | хозяйстве. Перспективы развития теплоэнергетики и место отопительно-промышленных и отопительных котельных в общем балансе производства тепловой энергии. Источники тепловой энергии. Перспективы развития источников тепловой энергии.  |
| 2  | Энергетические ресурсы. Основные пути и возможности их использования | Энергетические ресурсы. Основные пути и возможности их использования<br>Энергетические ресурсы. Основные пути и возможности использования возобновляемых и невозобновляемых источников энергии. Положение по охране окружающей среды от вредных выбросов при сжигании органического топлива в законах РФ. |
| 3  | Состав и основные свойства органического топлива                     | Общие сведения об органическом топливе. Классификация.<br>Общие сведения. Состав органического топлива. Классификация топлива. Условное топливо.  |
| 4  | Твёрдое, жидкое и газовое топливо. Основные свойства.                | Твёрдое, жидкое и газообразное топливо<br>Твёрдое, жидкое и газовое топливо. Сфера его использования. Места добычи. Основные технологии добычи. Состав топлива. Основные свойства топлива. Теплота сгорания топлива.  |
| 5  | Основы теории горения  | Основы теории горения<br>Основы теории горения. Полное и неполное сгорание топлива. Стадийность горения. Роль коэффициента избытка воздуха и его влияние на сжигания различных видов топлива.   |
| 6  | Скорость химической реакции горения                                  | Скорость химической реакции горения. Температура горения.<br>Скорость химической реакции горения. Кинетика горения. Стехиометрическое соотношение.  |
| 10 | Котельные агрегаты их теплообменные элементы и назначение            | Котельные агрегаты их теплообменные элементы и назначение<br>Общие понятия о теплогенерирующей установке, котельной, теплогенераторе (котлоагрегате). Состав котлоагрегата (по теплообменным ступеням). Назначение и общий принцип работы всех теплообменных устройств, входящих в состав котлоагрегата.  |
| 11 | Тепловые схемы котельных   | Тепловые схемы котельных<br>Принципиальная тепловая схема котельной с подключением открытой водяной тепловой сети. Принципиальная тепловая схема котельной с подключением закрытой водяной тепловой сети. Их устройство, основные особенности и принцип работы.   |
| 13 | Чугунно-секционные котлы малой мощности                              | Чугунно-секционные котлы малой мощности.<br>Классификация котлов. Основные особенности конструкции. Сфера применения. Достоинства и недостатки.   |
| 14 | Паровые и водогрейные водотрубные котлы                              | Паровые и водогрейные водотрубные котлы<br>Паровые водотрубные котлы с естественной и принудительной циркуляцией. Кратность и подъемная сила циркуляции. Схемы движения воды и пароводяной смеси. Основные особенности конструкции. Сфера применения. Достоинства и недостатки.                           |
| 15 | Паровые и водогрейные жаротрубные котлы                              | Паровые и водогрейные жаротрубные котлы<br>Паровые жаротрубные котлы с естественной и принудительной циркуляцией. Схемы движения воды и пароводяной смеси. Основные особенности конструкции. Сфера применения. Достоинства и недостатки.  |
| 16 | Конденсационные котлы  | Конденсационные котлы<br>Основные особенности конструкции. Сфера применения. Достоинства и недостатки.  |
| 17 | Топки для слоевого сжигания твёрдого                                 | Топки для слоевого сжигания твердого топлива  |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    | топлива  | Топочные устройства, назначение. Слоевые топки и их классификация. Топочные устройства с неподвижной колосниковой решеткой. Полумеханические и механические топки. Пневмомеханические забрасыватели, их устройство и принцип действия. Цепные колосниковые решетки с прямым и обратным ходом, с пневмомеханическими забрасывателями и шахтным предтопком. Перспективы развития топочных устройств со слоевым процессом горения. Достоинства, недостатки, основные расчётные характеристики топок.   |
| 18 | Топки кипящего слоя. Вихревые и циклонные топки  | Топки кипящего слоя. Вихревые и циклонные топки<br>Основные понятия псевдооживленного слоя. Первая и вторая критические скорости. Конструктивные особенности топок кипящего слоя. Вихревые и циклонные топки. Конструктивные особенности. Сфера применения. Достоинства и недостатки.   |
| 19 | Камерные топки   | Камерные топки<br>Устройство топок для сжигания жидкого и газообразного топлива. Конструктивные особенности. Достоинства и недостатки.  |
| 21 | Жидкотопливные горелочные устройства   | Жидкотопливные горелочные устройства<br>Основные особенности сжигания жидкого топлива. Виды и основные конструктивные характеристики форсунок. Подогрев, фильтрация и распыливание жидкого топлива.   |
| 22 | Пылеугольные и комбинированные горелочные устройства   | Пылеугольные и комбинированные горелочные устройства<br>Основные конструктивные особенности пылеугольных горелок, и горелок предназначенных для сжигания различных видов топлива (газوماзутных, пылегазовых, пылегазوماзутных). Сфера применения, достоинства и недостатки.   |
| 29 | Утилизаторы теплоты уходящих газов. Поверхности нагрева котлов, пароперегреватели                    | Утилизаторы теплоты уходящих газов. Поверхности нагрева котлов, пароперегреватели<br>Экранные и конвективные поверхности нагрева. Расположение, характеристика и условия работы. Хвостовые поверхности нагрева. Водяные экономайзеры, воздухоподогреватели, утилизаторы теплоты контактного и поверхностного типов, их устройство и компоновка. Техничко-экономические показатели. Пароперегреватели, их устройство и компоновка. Основные направления, развитие, классификация, рабочие параметры. Температурный режим обогреваемых поверхностей нагрева. Схемы движения воды и пароводяной смеси. |
| 30 | Обмуровка котлов. Взрывные и предохранительные клапана, лестницы, площадки, гарнитура котлоагрегата. | Обмуровка котлов. Взрывные и предохранительные клапана, лестницы, площадки, гарнитура котлоагрегата.<br>Взрывные клапана в обмуровке топки и газоходах котлоагрегата, методика их расчета. Площадки и лестницы котлоагрегата. Обмуровка котлоагрегатов и применяемые материалы. Температурные швы. Гарнитура котлоагрегата.   |
| 31 | Барабаны котлоагрегатов  | Барабаны котлоагрегатов<br>Устройства и конструкции барабанов котлоагрегатов. Способы получения сухого и чистого пара. Сепарирующие устройства. Арматура и предохранительные устройства. Методы обеспечения чистоты пара: сепарация пара, ступенчатое испарение воды, выносные циклоны и др.  |
| 33 | Топливоснабжение газифицированных котельных  | Топливоснабжение газифицированных котельных<br>Топливоснабжение жидкотопливных котельных<br>Топливоснабжение твёрдотопливных котельных слоевого сжигания топлива<br>Топливоснабжение пылеугольных котельных   |

|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | Газовое хозяйство котельных ГРУ, ШРП и ГРП, наружные и внутренние газопроводы, перевод котлов на газовое топливо.<br>Подготовка пылевидного топлива к камерному сжиганию. Виды топлива, используемые для приготовления пыли. Особенности сжигания пыли. Мельничные установки для размола твёрдого топлива. Основные конструктивные особенности.  |
| 36 | Системы шлакозолоудаления котельных со слоевым сжиганием топлива | Системы шлакозолоудаления котельных со слоевым сжиганием топлива<br>Классификация систем ШЗУ. Схемы механической системы оборудования, режим работы, складирование шлака и золы. Использование шлака и золы в народном хозяйстве.  |
| 37 | Системы очистки дымовых газов от уносов                          | Системы очистки дымовых газов от уносов<br>Методы очистки дымовых газов от вредных ингредиентов (NO <sub>x</sub> и SO <sub>x</sub> )<br>Способы улавливания твердых частиц: механические сухие золоуловители (циклоны), мокрые скрубберы и электрофильтры. Принципы работы циклонов, скрубберов и электрофильтров. Схемы комбинированного золоулавливания.<br>Охрана окружающей среды от вредных выбросов при сжигании топлива в котлах. Вредные парогазовые выбросы с продуктами сгорания органических топлив. Качественный и количественный состав вредных веществ в продуктах сгорания различных топлив. Образование оксидов азота и серы, оксида углерода, сажистых частиц, и канцерогенных соединений. Рассеивание вредных выбросов в атмосфере через дымовые трубы. Методы подавления образования и улавливания оксидов азота и серы. Схемы, оборудование и эффективность. |
| 39 | Теплообменные аппараты, насосы и инжекторы                       | Теплообменные аппараты, насосы и инжекторы<br>Виды насосов, инжекторов и теплообменников применяемых в котельных. Особенности конструкций. Методы установки.   |

## 5.2. Практические занятия в сессию

| № п/п | Наименование раздела и темы семинарских занятий        | Наименование и содержание практических занятий   |
|-------|--|--|
| 7     | Материальный баланс горения газового топлива           | Материальный баланс горения газового топлива<br>Определение теоретического и действительного расходов воздуха.<br>Определение удельных объёмных долей и парциальных давлений компонентов продуктов полного сгорания газового топлива.<br>Определение энтальпии продуктов сгорания на выходе из теплообменных ступеней, входящих в состав котлоагрегата.  |
| 8     | Материальный баланс горения жидкого и твёрдого топлива | Материальный баланс горения твёрдого и жидкого топлива<br>Пересчёт состава топлива из справочного в рабочий. Определение теоретического и действительного расходов воздуха. Определение удельных объёмных долей и парциальных давлений компонентов продуктов полного сгорания жидкого и твёрдого топлива. Определение энтальпии продуктов сгорания на выходе из теплообменных ступеней, входящих в состав котлоагрегата. |
| 9     | Температуры горения топлива                            | Расчёт температуры горения<br>Определение температуры горения (жаропроизводительности, калориметрической, теоретической, действительной).  |
| 12    | Выбор типа и количества котлоагрегатов                 | Выбор парогенераторов ДКВр<br>Определение количества котлоагрегатов ДКВр для котельной   |

|    |  |  |
|----|--|--|
| 20 | Газогорелочные устройства                                | Подбор газогорелочных устройств<br>Методика подбора газогорелочного устройства для котлов малой и средней мощности. Основные подходы к проектированию системы подачи воздуха к горелкам. Конструкция системы. Особенности аэродинамического расчёта системы подачи воздуха к горелкам.   |
| 23 | Расчёт теплового баланса котлоагрегата                   | Расчёт теплового баланса котлоагрегата<br>Задача тепловых расчётов. Поверочные и конструктивные расчёты. Алгоритм составления уравнения теплового баланса парового котла «ДКВр». Уравнение обратного баланса, определение КПД (брутто) котлоагрегата. Методика определения потерь теплоты: с уходящими газами, химическим и механическим недожогом, с потерями через наружные ограждения, и выгружаемым из топки шлаком. Определение часового расхода топлива.   |
| 24 | Тепловой расчёт топки                                    | Тепловой расчёт топки<br>Основная задача поверочного теплового расчёта топки. Алгоритм поверочного теплового расчёта топки. Составление таблицы данных конструктивных характеристик топки, требующихся для выполнения теплового расчёта. Определение расчётной температуры продуктов сгорания на выходе из топки.  |
| 25 | Тепловой расчёт конвективных поверхностей нагрева        | Тепловой расчёт конвективных поверхностей нагрева<br>Основная задача поверочного теплового расчёта конвективных поверхностей нагрева. Алгоритм поверочного расчёта. Составление таблицы данных конструктивных характеристик конвективных поверхностей нагрева, требующихся для выполнения теплового расчёта. Определение расчётной температуры продуктов сгорания на выходе из конвективных поверхностей нагрева.  |
| 26 | Тепловой расчёт экономайзера                             | Тепловой расчёт экономайзера<br>Основная задача конструктивного теплового расчёта экономайзера. Алгоритм конструктивного расчёта. Составление таблицы данных конструктивных характеристик экономайзера, требующихся для выполнения теплового расчёта. Определение расчётной площади теплопередающей поверхности ребристых труб экономайзера. Определение конструктивного расположения и количества труб в ряду, а также рядов труб и число колонок экономайзера. |
| 27 | Анализ результатов расчёта. Проверка сходимости баланса. | Анализ результатов расчёта. Проверка сходимости баланса.<br>Алгоритм численного определения невязок по тепловосприятию и приращению энтальпии нагреваемого теплоносителя. Определение абсолютных и относительных невязок.  |
| 28 | Аэродинамический расчёт парогенератора                   | Аэродинамический расчёт парогенератора<br>Аэродинамический расчёт парового котлоагрегата ДКВр  |
| 32 | Продувка котлоагрегатов                                  | Расчёт продувки<br>Составление соляного баланса и определение величины продувки и расхода продувочной воды.  |
| 40 | Расширительные баки и запорная арматура                  | Подбор расширительного бака<br>Подбор расширительного бака   |

### 5.3. Практические занятия

| № разд | Наименование раздела и темы практических занятий | Наименование и содержание практических занятий  |
|--------|--|---|
| 34     | Системы подачи воздуха на горение                | Системы подачи воздуха на горение<br>Особенности проектирования системы подачи воздуха на горение. Аэродинамический расчёт системы. Выбор тягодутьевого оборудования. |



|    |   |  |
|----|---|--|
| 35 | Системы дымоудаления котельных                    | Системы дымоудаления котельной<br>Основные подходы к проектированию системы дымоудаления.<br>Конструкция системы. Аэродинамический расчёт системы дымоудаления. Выбор дымососа и дымовой трубы |
| 38 | Атмосферные колонковые и бесколонковые деаэраторы | Подбор колонкового атмосферного деаэратора<br>Подбор колонкового атмосферного деаэратора   |
| 39 | Теплообменные аппараты, насосы и инжекторы        | Теплообменные аппараты, насосы и инжекторы<br>Подбор насосов сырой воды, и теплообменных аппаратов для паровой отопительно-производственной котельной.   |
| 40 | Расширительные баки и запорная арматура           | Расширительные баки<br>Подбор расширительного бака   |

#### 5.4. Лабораторные работы

| № разд | Наименование раздела и темы лабораторных работ | Наименование и содержание лабораторных работ  |
|--------|--|---|
| 34     | Системы подачи воздуха на горение              | Определение скорости движения воздуха в воздуховодах<br>Исследование на лабораторном стенде   |
| 34     | Системы подачи воздуха на горение              | Определение потери давления в системе подачи воздуха<br>Измерения на лабораторном стенде      |
| 34     | Системы подачи воздуха на горение              | Исследования режимов работу котлоагрегатов<br>Исследования на виртуальном лабораторном стенде |

#### 5.5. Самостоятельная работа обучающихся

| № разд | Наименование раздела дисциплины и темы                 | Содержание самостоятельной работы  |
|--------|--|--|
| 7      | Материальный баланс горения газового топлива           | Материальный баланс горения газового топлива<br>Подготовка к практическому занятию, выполнение расчётов.           |
| 8      | Материальный баланс горения жидкого и твёрдого топлива | Материальный баланс горения жидкого и твёрдого топлива<br>Подготовка к практическому занятию, выполнение расчётов. |
| 9      | Температуры горения топлива                            | Расчёт температуры горения<br>Подготовка к практическому занятию, выполнение расчётов.                             |
| 12     | Выбор типа и количества котлоагрегатов                 | Подготовка и выполнение расчётов<br>Определение количества котлоагрегатов ДКВр для котельной                       |
| 20     | Газогорелочные устройства                              | Подбор газогорелочных устройств<br>Подготовка к практическому занятию, выполнение расчётов.                        |
| 23     | Расчёт теплового баланса котлоагрегата                 | Расчёт теплового баланса котлоагрегата<br>Подготовка к практическому занятию, выполнение расчётов.                 |
| 24     | Тепловой расчёт топки                                  | Тепловой расчёт топки<br>Подготовка к практическому занятию, выполнение расчётов.                                  |
| 25     | Тепловой расчёт конвективных поверхностей нагрева      | Тепловой расчёт конвективных поверхностей нагрева<br>Подготовка к практическому занятию, выполнение расчётов.      |
| 26     | Тепловой расчёт экономайзера                           | Тепловой расчёт экономайзера<br>Подготовка к практическому занятию, выполнение расчётов.                           |
| 27     | Анализ результатов расчёта. Проверка                   | Анализ результатов расчёта. Проверка сходимости баланса.   |

|    |   |  |
|----|---|--|
|    | сходимости баланса.                               | Подготовка к практическому занятию, выполнение расчётов.   |
| 28 | Аэродинамический расчёт парогенератора            | Аэродинамический расчёт парогенератора<br>Подготовка к практическому занятию, выполнение расчётов      |
| 32 | Продувка котлоагрегатов                           | Расчёт продувки<br>Подготовка к практическому занятию, выполнение расчётов.                            |
| 34 | Системы подачи воздуха на горение                 | Системы подачи воздуха на горение<br>Подготовка к практическому занятию, выполнение расчётов.          |
| 34 | Системы подачи воздуха на горение                 | Определение скорости движения воздуха в воздуховодах<br>Подготовка отчёта по лабораторной работе       |
| 34 | Системы подачи воздуха на горение                 | Определение потери давления в системе подачи воздуха<br>Подготовка отчёта по лабораторной работе       |
| 34 | Системы подачи воздуха на горение                 | Исследования режимов работу котлоагрегатов<br>Подготовка отчёта по лабораторной работе                 |
| 35 | Системы дымоудаления котельных                    | Расчёт системы дымоудаления котельной<br>Расчёт системы дымоудаления котельной                         |
| 38 | Атмосферные колонковые и бесколонковые деаэраторы | Подбор колонкового атмосферного деаэратора<br>Подготовка к практическому занятию, выполнение расчётов. |
| 39 | Теплообменные аппараты, насосы и инжекторы        | Теплообменные аппараты, насосы и инжекторы<br>Подготовка к практическому занятию, выполнение расчётов. |
| 40 | Расширительные баки и запорная арматура           | Расширительные баки<br>Подготовка к практическому занятию, выполнение расчётов.                        |

## 6. Методические материалы для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

В объем самостоятельной работы по дисциплине включается следующее:

- изучение теоретических вопросов по всем темам дисциплины;
- подготовка к практическим и лабораторным занятиям;
- подготовка к текущему контролю успеваемости студентов;
- выполнение курсового проекта;
- подготовка к зачету и экзамену.

Самостоятельная работа над разделами курсового проекта выполняется с применением компьютерных программных комплексов либо в домашних условиях, либо (при их отсутствии) в компьютерных классах университета.

Программой дисциплины предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых выдается основной систематизированный теоретический материал, практических и лабораторных занятий, предполагающих закрепление изученного теоретического материала на практике и формирование у обучающихся необходимых знаний, умений и навыков. Кроме того, важнейшим этапом изучения дисциплины является самостоятельная работа обучающихся с использованием всех средств и возможностей современных образовательных технологий.

Залогом успешного освоения дисциплины является обязательное посещение лекционных, практических и лабораторных занятий, так как пропуск одного (тем более, нескольких) занятий может осложнить освоение разделов курса. На практических занятиях материал, изложенный на лекциях, закрепляется в рамках выполнения практических заданий, реализации индивидуальных заданий и других форм, предусмотренных РПД.

Приступая к изучению дисциплины, необходимо в первую очередь ознакомиться с содержанием РПД для студентов очной формы обучения, а также методическими указаниями по организации самостоятельной работы и подготовки к практическим и лабораторным занятиям.

При подготовке к практическим занятиям и в рамках самостоятельной работы по изучению дисциплины обучающимся необходимо:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники;
- выполнить практические задания в рамках изучаемой темы;
- ответить на контрольные вопросы по теме, используя материалы ФОС, либо групповые индивидуальные задания, подготовленные преподавателем;
- подготовиться к проверочной работе, предусмотренной в контрольных точках;
- подготовиться к промежуточной аттестации.

Итогом изучения дисциплины является экзамен. Экзамен проводится по расписанию сессии. Форма проведения экзамена – тестирование в moodle (теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся и практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся). Студенты, не прошедшие аттестацию по графику сессии, должны

## 7. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

### 7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

| № п/п | Контролируемые разделы дисциплины (модуля)                                  | Код и наименование индикатора контролируемой компетенции | Вид оценочного средства  |
|-------|---|--|--|
| 1     | Общие сведения об энергетических источниках. Основные тенденции их развития | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-3.6           | Теоретические вопросы для экспресс- опроса<br>Теоретические вопросы для проведения промежуточной |

|   |  |  |   |
|---|--|--|---|
|   |  |  | аттестации обучающихся  |
| 2 | Энергетические ресурсы. Основные пути и возможности их использования | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-3.6 | Теоретические вопросы для экспресс- опроса<br>Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся |
| 3 | Состав и основные свойства органического топлива                     | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-3.6 | Теоретические вопросы для экспресс- опроса<br>Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся |
| 4 | Твёрдое, жидкое и газовое топливо. Основные свойства.                | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-3.6 | Теоретические вопросы для экспресс- опроса<br>Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся |
| 5 | Основы теории горения  | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-3.6 | Теоретические вопросы для экспресс- опроса<br>Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся |
| 6 | Скорость химической реакции горения                                  | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-3.6 | Теоретические вопросы для экспресс- опроса<br>Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся |
| 7 | Материальный баланс горения газового топлива                         | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-3.6 | Теоретические вопросы для экспресс- опроса<br>Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся |

|    |   |  |   |
|----|---|--|---|
| 8  | Материальный баланс горения жидкого и твёрдого топлива    | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-3.6 | Теоретические вопросы для экспресс- опроса<br>Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся |
| 9  | Температуры горения топлива                               | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-3.6 | Теоретические вопросы для экспресс- опроса<br>Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся |
| 10 | Котельные агрегаты их теплообменные элементы и назначение | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-3.6 | Теоретические вопросы для экспресс- опроса<br>Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся |
| 11 | Тепловые схемы котельных                                  | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-3.6 | Теоретические вопросы для экспресс- опроса<br>Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся |
| 12 | Выбор типа и количества котлоагрегатов                    | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-3.6 | Теоретические вопросы для экспресс- опроса<br>Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся |
| 13 | Чугунно-секционные котлы малой мощности                   | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-3.6 | Теоретические вопросы для экспресс- опроса<br>Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся |
| 14 | Паровые и водогрейные водотрубные котлы                   | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-3.6 | Теоретические вопросы для экспресс-   |

|    |   |  |   |
|----|---|--|---|
|    |   |  | опроса<br>Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся                                     |
| 15 | Паровые и водогрейные жаротрубные котлы         | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-3.6 | Теоретические вопросы для экспресс- опроса<br>Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся |
| 16 | Конденсационные котлы                           | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-3.6 | Теоретические вопросы для экспресс- опроса<br>Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся |
| 17 | Топки для слоевого сжигания твёрдого топлива    | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-3.6 | Теоретические вопросы для экспресс- опроса<br>Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся |
| 18 | Топки кипящего слоя. Вихревые и циклонные топки | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-3.6 | Теоретические вопросы для экспресс- опроса<br>Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся |
| 19 | Камерные топки                                  | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-3.6 | Теоретические вопросы для экспресс- опроса<br>Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся |
| 20 | Газогорелочные устройства                       | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-3.6 | Теоретические вопросы для экспресс- опроса<br>Теоретические   |

|    |  |  |   |
|----|--|--|---|
|    |  |  | вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся   |
| 21 | Жидкотопливные горелочные устройства                 | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-3.6 | Теоретические вопросы для экспресс- опроса<br>Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся |
| 22 | Пылеугольные и комбинированные горелочные устройства | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-3.6 | Теоретические вопросы для экспресс- опроса<br>Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся |
| 23 | Расчёт теплового баланса котлоагрегата               | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-3.6 | Теоретические вопросы для экспресс- опроса<br>Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся |
| 24 | Тепловой расчёт топки                                | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-3.6 | Теоретические вопросы для экспресс- опроса<br>Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся |
| 25 | Тепловой расчёт конвективных поверхностей нагрева    | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-3.6 | Теоретические вопросы для экспресс- опроса<br>Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся |
| 26 | Тепловой расчёт экономайзера                         | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-3.6 | Теоретические вопросы для экспресс- опроса<br>Теоретические вопросы для проведения                                      |

|    |  |  |   |
|----|--|--|---|
|    |  |  | промежуточной аттестации обучающихся  |
| 27 | Анализ результатов расчёта. Проверка сходимости баланса.   | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-3.6 | Теоретические вопросы для экспресс- опроса<br>Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся |
| 28 | Аэродинамический расчёт парогенератора   | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-3.6 | Теоретические вопросы для экспресс- опроса<br>Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся |
| 29 | Утилизаторы теплоты уходящих газов. Поверхности нагрева котлов, пароперегреватели                    | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-3.6 | Теоретические вопросы для экспресс- опроса<br>Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся |
| 30 | Обмуровка котлов. Взрывные и предохранительные клапана, лестницы, площадки, гарнитура котлоагрегата. | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-3.6 | Теоретические вопросы для экспресс- опроса<br>Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся |
| 31 | Барабаны котлоагрегатов  | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-3.6 | Теоретические вопросы для экспресс- опроса<br>Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся |
| 32 | Продувка котлоагрегатов  | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-3.6 | Теоретические вопросы для экспресс- опроса<br>Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации             |



|    |  |  |   |
|----|--|--|---|
|    |  |  | обучающихся   |
| 33 | Топливоснабжение газифицированных котельных                      | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-3.6 | Теоретические вопросы для экспресс- опроса<br>Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся |
| 34 | Системы подачи воздуха на горение                                | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-3.6 | Теоретические вопросы для экспресс- опроса<br>Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся |
| 35 | Системы дымоудаления котельных                                   | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-3.6 | Теоретические вопросы для экспресс- опроса<br>Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся |
| 36 | Системы шлакозолоудаления котельных со слоевым сжиганием топлива | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-3.6 | Теоретические вопросы для экспресс- опроса<br>Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся |
| 37 | Системы очистки дымовых газов от уносов                          | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-3.6 | Теоретические вопросы для экспресс- опроса<br>Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся |
| 38 | Атмосферные колонковые и бесколонковые деаэраторы                | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-3.6 | Теоретические вопросы для экспресс- опроса<br>Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся |
| 39 | Теплообменные аппараты, насосы и                                 | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК                     | Теоретические   |

|    |   |  |   |
|----|---|--|---|
|    | инжекторы                               | -3.4, ПК-3.5, ПК-3.6                           | вопросы для экспресс-опроса<br>Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся                |
| 40 | Расширительные баки и запорная арматура | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-3.6 | Теоретические вопросы для экспресс- опроса<br>Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся |
| 41 | Курсовой проект                         | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-3.6 | Теоретические вопросы для экспресс- опроса<br>Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся |
| 42 | Экзамен                                 | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-3.6 | Теоретические вопросы для экспресс- опроса<br>Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся |

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля успеваемости, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

#### ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ЭКСПРЕСС-ОПРОСА

(для проверки сформированности индикаторов достижения компетенции (ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-3.6))

#### Тема 1: Энергетические источники

1. Какие существуют способы получения тепловой энергии?
2. Какие установки служат для получения тепловой энергии из органического топлива?
3. Основные направления развития теплогенерирующих установок?
4. Какие энергетические источники называются возобновляемыми?
5. Какие энергетические источники являются невозобновляемыми?
6. Какие источники энергии являются неисчерпаемыми?
7. Какие ориентировочные оценки разведанных запасов энергетических ресурсов, природного газа, нефти, каменного угля на планете?
8. Какие ориентировочные оценки разведанных запасов энергетических ресурсов, природного газа, нефти, каменного угля в Российской Федерации?
9. Какие основные перспективы развития теплоэнергетики являются актуальными в настоящее время?
10. Что такое ТЭЦ?

11. Что такое котельная?
12. Какие существуют положения по охране природы от загрязнения прописанные в Конституции и других законодательных актах РФ?
13. Какие существуют возможности и пути эффективного использования возобновляемых источников энергии?
14. Какие существуют возможности и пути эффективного использования неисчерпаемых источников энергии?

## Тема 2: Топливо

1. Что называется топливом?
2. Какое топливо называется естественным и какие основные вещества к нему относятся?
3. Какое топливо называется искусственным и в чём заключается его принципиальное отличие от естественного?
4. Что в составе топлива называется балластом?
5. Что означает понятие «рабочий состав топлива»?
6. Какие основные горючие компоненты входят в состав твёрдого и жидкого топлива?
7. Что такое теплота сгорания топлива?
8. Что называется условным топливом?
9. Что понимается под температурой вспышки топлива?
10. Что называется температурой воспламенения топлива?
11. Что подразумевается под самовозгораемостью топлива?
12. Что называется шлаком?
13. Что называется коксом?
14. Какую роль играет зольность топлива?
15. Что называется тепловым эквивалентом?
16. Какое топливо является ископаемым и чем отличается от не ископаемого?
17. Какое топливо называется торфом?
18. Чем бурые угли как топливо отличаются от каменных?
19. Чем антрациты отличаются от каменных углей?
20. Какими основными особенностями обладают сланцы как топливо в сравнении с каменными углями?

## Тема 3: Теория горения

1. Что называется горением?
2. Что называется «активным центром» химической реакции горения?
3. Что называется неполным сгоранием топлива и чем оно отличается от полного?
4. Каков состав воздуха?
5. Что определяют по закону Аррениуса?
6. Что называется стехиометрическим соотношением?
7. Какие реакции называются экзотермическими?
8. Какие реакции называются эндотермическими?
9. Как сказывается на процессе горения введение веществ-ингибиторов?
10. Как сказывается на процессе горения введение веществ-катализаторов?
11. Какое горение называется диффузионным?
12. Какое горение называется кинетическим?
13. Какое горение называется смешанным (диффузионно-кинетическим)?
14. Какие факторы приводят к образованию сажистых частиц?
15. Какие факторы при горении факелу придают светимость (ярко жёлтый или красный окрас)?
16. Что означает термин «критический диаметр горения»?
17. Что называется нормальной скоростью распространения пламени?
18. Что называют температурой жаропроизводительности?
19. Что называют температурой калориметрической?
20. Что называют температурой теоретической?
21. Что называют температурой действительной?
22. Что называется теоретическим расходом воздуха?

23. Что называется действительным расходом воздуха?
24. Что называется коэффициентом избытка воздуха?
25. Какова роль коэффициента избытка воздуха в организации качества сжигания топлива?
26. От чего зависит коэффициент избытка воздуха?

#### Тема 4: Котельные установки их схемы и элементы

1. Как котельные подразделяются по виду используемого теплоносителя?
2. Какие существуют котельные по виду используемого топлива?
3. Какие бывают котельные по назначению?
4. Основное назначение топки котлоагрегата?
5. Основное назначение конвективных поверхностей нагрева котлоагрегата?
6. Что называется хвостовыми поверхностями нагрева?
7. Основное назначение экономайзера?
6. Основное назначение воздухоподогревателя?
7. В чём принципиальная особенность устройства тепловой схемы котельной с подключение открытой тепловой сети?
8. В чём принципиальная особенность устройства тепловой схемы котельной с подключение закрытой тепловой сети?
9. Каково назначение сепаратора непрерывной продувки?
10. Каково назначение подогревателя сырой воды?
11. Каково назначение системы химводоподготовки?
12. Каково назначение охладителя деаэрированной воды?
13. Каково назначение охладителя выпара деаэратора?
14. Каково назначение питательного деаэратора?
15. Каково назначение сетевого деаэратора?
16. Какой насос называется питательным?
17. Какой насос называется сетевым?
18. Каково назначение и в чём отличие редуционной установки от редуционно- охладительной установки?
19. Какая система теплоснабжения называется закрытой и в чём заключается её принципиальное отличие от открытой?

#### Тема 5: Паровые и водогрейные котлы малой и средней мощности

1. Как подразделяются котлы по тепловой мощности?
2. Как подразделяются котлы по типу компоновки теплообменных поверхностей нагрева?
3. Как подразделяются котлы по параметрам теплоносителя?
4. Что такое критическое давление воды?
5. Какие существуют основные типы чугунно-секционных котлов?
6. В чём основное конструктивное отличие жаротрубных котлоагрегатов от водотрубных?
7. В чём заключается задача аэродинамического расчёта котлоагрегатов?
8. Какая нормативная величина разрежения должна присутствовать в топках водотрубных котлоагрегатах работающих при атмосферном давлении?

#### Тема 6: Топочные устройства

1. Какая топка называется камерной?
2. Какая топка называется слоевой?
3. Какие топки называются ручными?
4. Какие топки называются полумеханическими?
5. Какие топки называются механическими?
6. Для чего производится подача вторичного воздуха под колосниковую решётку?
7. Что означает термин «зеркало горения»?
8. Какие топки называют «топки кипящего слоя»?

#### Тема 7: Горелочные устройства

1. Каким образом организуется сжигание газа по диффузионному методу?

2. Каким образом организуется сжигание газа по кинетическому методу?
3. Каким образом организуется сжигание газа по смешенному (диффузионно-кинетическому) методу?
4. Какие данные необходимо знать для правильного подбора газогорелочного устройства?
5. Какие типы форсунок используются в жидкотопливных горелках?

Тема 8: Расчёт парогенератора насыщенного пара

1. Какова основная задача тепловых расчётов?
2. В чём заключается задача поверочного расчёта?
3. В чём заключается задача конструктивного расчёта?
4. Какова задача расчёта теплового баланса?
5. Что такое КПД брутто?
6. Что такое КПД нетто?
7. Какие статьи потерь входят в состав уравнения теплового баланса?
8. Какова задача теплового расчёта топки?
9. Что такое степень экранирования топки?
10. Какова задача теплового расчёта конвективных поверхностей нагрева?
11. Какова задача теплового расчёта водяного экономайзера?

7.3. Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении текущего контроля успеваемости

|                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| <p>Оценка «отлично»<br/>(зачтено)</p> | <p>знания:<br/>- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы;<br/>- точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы;<br/>- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</p> <p>умения:<br/>- умеет ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин</p> <p>навыки:<br/>- высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций;<br/>- владеет навыками самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации;<br/>- применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий;<br/>- грамотно обосновывает ход решения задач;<br/>- безупречно владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач;<br/>- творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активно участвует в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий</p> |
|---------------------------------------|--|

|  |  |
|--|--|
| <p>Оценка «хорошо»<br/>(зачтено)</p>                 | <p>знания:<br/>- достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине;<br/>- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</p> <p>умения:<br/>- умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку;<br/>- использует научную терминологию, лингвистически и логически правильно излагает ответы на вопросы, умеет делать обоснованные выводы;<br/>- владеет инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач</p> <p>навыки:<br/>- самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий;<br/>- средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций;<br/>- без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий;<br/>- обосновывает ход решения задач без затруднений</p> |
| <p>Оценка «удовлетворительно»<br/>(зачтено)</p>      | <p>знания:<br/>- достаточный минимальный объем знаний по дисциплине;<br/>- усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой;<br/>- использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок</p> <p>умения:<br/>- умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку;<br/>- владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач;<br/>- умеет под руководством преподавателя решать стандартные задачи</p> <p>навыки:<br/>- работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий;<br/>- достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций;<br/>- испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий</p>  |
| <p>Оценка «неудовлетворительно»<br/>(не зачтено)</p> | <p>знания:<br/>- фрагментарные знания по дисциплине;<br/>- отказ от ответа (выполнения письменной работы);<br/>- знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине;</p> <p>умения:<br/>- не умеет использовать научную терминологию;<br/>- наличие грубых ошибок</p> <p>навыки:<br/>- низкий уровень культуры исполнения заданий;<br/>- низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций;<br/>- отсутствие навыков самостоятельной работы;<br/>- не может обосновать алгоритм выполнения заданий</p>   |

7.4. Теоретические вопросы и практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

7.4.1. Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся  
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ  
ОБУЧАЮЩИХСЯ

1. Что такое производственно-отопительная котельная?
2. Какие существуют основные перспективные направления развития котельной техники?
3. Что такое теплогенерирующая установка?
4. Какие существуют основные способы получения тепловой энергии?
5. Какое существует основное оборудование котельной, дайте его краткую характеристику?
6. Какое используется основное оборудование в принципиальной тепловой схеме паровой котельной? Краткая его характеристика и назначение?
7. Назовите основные отличия тепловой схемы паровой котельной с подключением открытой водяной тепловой сети от схемы с подключением закрытой водяной тепловой сети? Дайте краткую характеристику принятым решениям?
8. Устройство принципиальной тепловой схемы водогрейной котельной?
9. Основные особенности и принцип работы топок кипящего слоя?
10. Методика определения КПД и расхода топлива. Составление тепловых балансов котлоагрегатов.
11. Методика определения составляющих приходной и расходной части статей теплового баланса котлоагрегата.
12. Потери теплоты с уходящими газами. Методика определения. Основные решения и методы их снижения.
13. Потери теплоты от химической и механической неполноты горения. Методика определения. Основные решения и методы их снижения.
14. Потери теплоты через наружные ограждения и с выгружаемым их топкой шлаком. Методика определения. Основные решения и методы их снижения.
15. Основное назначение и принципы работы топочных устройств.
16. Классификация топочных устройств.
17. Основные характеристики топочных устройств.
18. Топка с ручной колосниковой решеткой. Её устройство и основные технические характеристики.
19. Полумеханическая топка с забрасывателем "ПМЗ-РПК". Её устройство и основные технические характеристики.
20. Топка с механической подачей топлива и неподвижным слоем. Её устройство и основные технические характеристики.
21. Топка с механической подачей топлива и подвижным слоем. Её устройство и основные технические характеристики.
22. Механические топки с шурующей планкой. Её устройство и основные технические характеристики.
23. Топка с механической подачей топлива и подвижным колосниковым полотном. Её устройство и основные технические характеристики.
24. Топка «кипящего» слоя для твердого топлива (угля). Её устройство и основные технические характеристики.
25. Что такое псевдоожиженный слой («кипящий слой») топлива, его образование?
26. Топки для сжигания пылевидного твердого топлива. Их устройство и основные технические характеристики.
27. Классификация котлоагрегатов.
28. Устройство котлоагрегата. Основные теплообменные элементы, входящие в его состав. Их назначение.
29. Какие типы экономайзеров применяются в котельной? Их основные конструктивные особенности.
30. Чугунный питательный экономайзер "ВТИ".
31. Контактные экономайзеры. Особенности их использования. Виды. Основные конструкции.
32. Скрубберы-теплоутилизаторы контактно-пенного типа. Особенности применения. Основные конструктивные особенности.

33. Трубчатый воздухоподогреватель. Особенности применения. Основные конструктивные особенности.

34. Пароперегреватели. Основные типы. Особенности применения. Конструктивные особенности.

35. Обмуровка котлоагрегатов. Основные типы. Элементы и материалы. Особенности применения. Основные конструктивные особенности.

36. Гарнитура котлоагрегата. Основные виды и назначение.

37. Предохранительные устройства котлоагрегата. Основные типы. Места установки. Назначение.

38. Взрывные клапана. Основные типы. Особенности конструкций. Места установки. Условия применения.

39. Регулировочная и запорная арматура котлоагрегата. Основные типы. Особенности конструкций. Места установки. Условия применения.

40. Контрольно-измерительные приборы. Основные виды. Особенности конструкций. Места установки. Условия применения.

41. Основные требования, предъявляемые к пружинным манометрам, устанавливаемым на котлоагрегате. Условия необходимости применения демпферной трубки.

42. Типы газогорелочных устройств. Особенности конструкций. Места установки. Принцип работы.

43. Комбинированные горелочные устройства. Особенности конструкций. Места установки. Принцип работы.

44. Газогорелочные автоматизированные блоки. Особенности конструкций. Места установки. Принцип работы.

45. Горелки типа "ГМГ". Особенности конструкций. Места установки. Принцип работы.

46. Горелки типа "ГМ". Особенности конструкций. Места установки. Принцип работы.

47. Горелочное устройство "РГМГ". Особенности конструкций. Места установки. Принцип работы.

48. Пылеугольные горелки больших котлоагрегатов. Особенности конструкций. Места установки. Принцип работы.

49. Типы форсунок. Особенности конструкций. Места установки. Принцип работы.

50. Центробежные форсунки. Особенности конструкций. Места установки. Принцип работы.

51. Парогидравлическая форсунка. Особенности конструкций. Места установки. Принцип работы.

52. Ротационная форсунка. Особенности конструкций. Места установки. Принцип работы.

53. Чугунные секционные котлы. Особенности конструкций. Принцип работы.

54. Водотрубные котлы малой мощности. Особенности конструкций. Принцип работы.

55. Водотрубные котлы средней мощности. Особенности конструкций. Принцип работы.

56. Водотрубные котлы большой мощности. Особенности конструкций. Принцип работы.

57. Жаротрубные котлы. Особенности конструкций. Принцип работы.

58. Парогенераторы типа "ДКВр". Особенности конструкций. Принцип работы.

59. Парогенераторы типа "ДЕ". Особенности конструкций. Принцип работы.

60. Парогенераторы типа "КЕ". Особенности конструкций. Принцип работы.

61. Парогенераторы типа "Е". Особенности конструкций. Принцип работы.

62. Парогенераторы типа "ТКЗ". Особенности конструкций. Принцип работы.

63. Комбинированные котлы типа "Братск-1". Особенности конструкций. Принцип работы.

64. Комбинированные котлы типа "Братск-1Г". Особенности конструкций. Принцип работы.

65. Отопительные котлы, использующие высшую теплоту сгорания топлива. Особенности конструкций. Принцип работы.

66. Котлы с двухсветными экранами. Особенности конструкций. Принцип работы.

67. Водогрейные котлы типа "ПТВМ". Особенности конструкций. Принцип работы.

68. Водогрейные котлы типа "КВ-ГМ". Особенности конструкций. Принцип работы.

#### 7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся размещены по адресу ЭИОС Moodle ([https://moodle.spbgasu.ru/pluginfile.php/322656/mod\\_resource/content/1/%D0%9F%D0%97\\_%D0%A2%D0%93%D0%A3.pdf](https://moodle.spbgasu.ru/pluginfile.php/322656/mod_resource/content/1/%D0%9F%D0%97_%D0%A2%D0%93%D0%A3.pdf))



#### 7.4.3. Примерные темы курсовой работы (проекта) (при наличии)

Тема курсового проекта: Поверочный и аэродинамический расчёт парогенераторов насыщенного водяного пара "ДКВр" отопительно-производственной котельной

Комплект заданий для курсового проекта содержит:

1. Распределение тепловых нагрузок на котельную
2. Вид и состав основного и резервного топлива
3. Параметры вырабатываемого теплоносителя
4. Параметры воздуха в котельной
5. Параметры питательной воды
6. Величину непрерывной продувки
7. Месторасположение котельной
8. Параметры сетевой воды
9. Параметры системы теплоснабжения
10. Схему водоподготовки
11. Вид дегазации
12. Лоплю возврата конденсата с производства в оборотный цикл

#### 7.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Процедура проведения промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости регламентируется локальным нормативным актом, определяющим порядок организации и проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Процедура оценивания формирования компетенций при проведении текущего контроля приведена в п. 7.2.

Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля приведены в п. 7.3.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

Экзамен проводится по билетам. В экзаменационный билет включены теоретические вопросы и практические задания, соответствующие содержанию формируемых компетенций. Продолжительность экзаменационной проверки знаний составляет 90 минут.

#### 7.6. Критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

| Критерии оценивания | Уровень освоения и оценка    |                            |                 |                  |
|---------------------|------------------------------|----------------------------|-----------------|------------------|
|                     | Оценка «неудовлетворительно» | Оценка «удовлетворительно» | Оценка «хорошо» | Оценка «отлично» |
|                     | «не зачтено»                 | «зачтено»                  |                 |                  |

|        |   |  |  |   |
|--------|---|--|--|---|
|        | <p>Уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы</p>   | <p>Уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.</p>          | <p>Уровень освоения компетенции «продвинутый». Компетенции сформированы. Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.</p>  | <p>Уровень освоения компетенции «высокий». Компетенции сформированы. Знания аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка</p>   |
| знания | <p>Обучающийся демонстрирует:<br/>-существенные пробелы в знаниях учебного материала;<br/>-допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий;<br/>-непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета.</p> | <p>Обучающийся демонстрирует:<br/>-знания теоретического материала;<br/>-неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов;<br/>-неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы.</p> | <p>Обучающийся демонстрирует:<br/>-знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала;<br/>-знания теоретического материала<br/>-способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития;<br/>-правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы.</p> | <p>Обучающийся демонстрирует:<br/>-глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала;<br/>-полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий, в рамках обсуждаемых заданий;<br/>-способность устанавливать и объяснять связь практики и теории,<br/>-логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания билета, а также дополнительные вопросы экзаменатора.</p> |

|                          |  |   |   |  |
|--------------------------|--|---|---|--|
| <p>умения</p>            | <p>При выполнении практического задания билета обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень умений. Практические задания не выполнены. Обучающийся не отвечает на вопросы билета при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.</p> | <p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Допускаются ошибки в содержании ответа и решении практических заданий. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p>   | <p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Предложенные практические задания решены с небольшими неточностями. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p> | <p>Обучающийся правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Решает предложенные практические задания без ошибок. Ответил на все дополнительные вопросы.</p> |
| <p>владение навыками</p> | <p>Не может выбрать методику выполнения заданий. Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения задач. Делает некорректные выводы. Не может обосновать алгоритм выполнения заданий.</p>                               | <p>Испытывает затруднения по выбору методики выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения задач. Испытывает затруднения с формулированием корректных выводов. Испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий.</p> | <p>Без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения задач. Делает корректные выводы по результатам решения задачи. Обосновывает ход решения задач без затруднений.</p>         | <p>Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий. Не допускает ошибок при выполнении заданий. Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий. Грамотно обосновывает ход решения задач.</p>   |

Оценка по дисциплине зависит от уровня сформированности компетенций, закрепленных за дисциплиной, и представляет собой среднее арифметическое от выставленных оценок по отдельным результатам обучения (знания, умения, владение навыками).

Оценка «отлично»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 4,5 до 5,0.

Оценка «хорошо»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 3,5 до 4,4.

Оценка «удовлетворительно»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 2,5 до 3,4.

Оценка «неудовлетворительно»/«не зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 0 до 2,4.

## 8. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

### 8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

| № п/п                      | Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы   | Количество экземпляров/электронный адрес ЭБС                                      |
|----------------------------|--|---|
| <b>Основная литература</b> |  |   |
| 1                          | Яковлев В. А., Бирюзова Е. А., Тепловой расчет паровых и водогрейных котлов с камерными топками. Теплогенерирующие установки, Санкт-Петербург: СПбГАСУ, 2020 | <a href="http://ntb.spbgasu.ru/elib/01268/">http://ntb.spbgasu.ru/elib/01268/</a> |
| 2                          | Делягин Г. Н., Лебедев В. И., Пермяков Б. А., Хаванов П. А., Теплогенерирующие установки, М.: Бастет, 2010   | 100   |
| 1                          | Бирюзова Е. А., Платыч О. Н., Северинец Г. Н., Шаврин В. И., Теплогенерирующие установки, СПб., 2007   | <a href="http://ntb.spbgasu.ru/elib/00035/">http://ntb.spbgasu.ru/elib/00035/</a> |

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

### 8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

| Наименование ресурса сети «Интернет» | Электронный адрес ресурса   |
|--------------------------------------|---|
| Теплогенерирующие установки          | <a href="https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=556">https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=556</a> |

### 8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

| Наименование  | Электронный адрес ресурса   |
|---|---|
| Система дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle  | <a href="https://moodle.spbgasu.ru/">https://moodle.spbgasu.ru/</a>   |
| Электронная библиотека Ирбис 64   | <a href="http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/">http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/</a>   |
| Электронно-библиотечная система издательства "Лань"   | <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>   |
| Электронно-библиотечная система издательства "ЮРАЙТ"  | <a href="https://www.biblio-online.ru/">https://www.biblio-online.ru/</a>   |
| Электронно-библиотечная система издательства "IPRsmart"   | <a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>   |
| Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU  | Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU  |
| Электронно-библиотечная система издательства "Консультант студента"   | <a href="https://www.studentlibrary.ru/">https://www.studentlibrary.ru/</a>   |
| Российская государственная библиотека   | <a href="http://www.rsl.ru">www.rsl.ru</a>  |
| Единый электронный ресурс учебно-методической литературы СПбГАСУ  | <a href="http://www.spbgasu.ru">www.spbgasu.ru</a>  |
| Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации в области строительства и проектирования, безопасности и охраны труда, энергетики и нефтегаза, права. | <a href="http://docs.cntd.ru">http://docs.cntd.ru</a>   |
| Образовательные интернет-ресурсы СПбГАСУ  | <a href="https://www.spbgasu.ru/Univer_sitet/Biblioteka/Obrazovatelnye_internet-resursy/">https://www.spbgasu.ru/Univer_sitet/Biblioteka/Obrazovatelnye_internet-resursy/</a> |

### 8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

| Наименование | Способ распространения (лицензионное или свободно распространяемое) |
|--------------|---|
|--------------|---|

|                          |  |
|--------------------------|--|
| Microsoft Windows 10 Pro | Договор № Д32009689201 от 18.12.2020г  |
| Renga                    | Сертификат № ДЛ-19-00073 от 23.05.19 г |
| NanoCAD Инженерный BIM   | Сертификат с 14.09.2022                |
| NanoCAD BIM Конструкции  | Сертификат с 14.09.2022                |
| LibreOffice              | Свободно распространяемое              |

#### 8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

##### Сведения об оснащённости учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы

| Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы  | Оснащённость оборудованием и техническими средствами обучения  |
|--|--|
| 25. Учебные аудитории для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | Комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет. |

25. Учебная лаборатория Теплогазоснабжения и вентиляции:  
2-я Красноармейская ул. Ауд: 137, 341, 427

Наклонный микроанометр ММН-2400(5)-1.0;  
Наклонный микроанометр ММН;  
Компенсационный микроанометр «Аскания»;  
Кататермометр; Глобтермометр; Психрометр  
«Ассмана»; Барометр; Секундомер;  
Пневмометрическая трубка; Лабораторный стенд  
«Аэродинамические испытания канальных  
вентиляторов RS 125 L»; Координатник; Дыммашина  
– VF-1; Тахометр – ТЧ10-Р; Анемометр цифровой;  
Радиальный вентилятор ЭВ 3,15; Лабораторный  
стенд «Испытание нагревательных приборов»; Насос  
«Wilо»; Бак для воды; Вентиль D 15;  
Балансировочный клапан MSV-C D15; Пьезометр;  
Вентилятор радиальный ВЦ 4-70; Водяной счетчик  
СГ-15; Термометр цифровой; Мерная ирисовая  
диафрагма IRIS 160; Стенд «Пункты редуцирования  
газа», «Устройство регулятора давления газа»; Стенд  
«Детали проточного водонагревателя»; Стенд  
«Внутридомовое газовое оборудование»; Стенд  
«Внутридомовое газовое оборудование»,  
«Устройство бытовых теплогенераторов»; Стенд  
«Внутридомовое газовое оборудование»,  
«Устройство проточных водонагревателей»; Стенд  
«Внутридомовое газовое оборудование»,  
«Устройство газовых плит»;  
Стенд «Внутридомовое газовое оборудование»,  
«Устройство внутреннего газопровода», Учет  
расхода газа», «Система контроля загазованности в  
помещении»; Стенд «Излучающие горелки»; Стенды  
«Устройство газовых счетчиков», «Устройство  
излучающей газовой горелки», «Горелки бытовых  
газовых плит»; Стенд «Изоляция стальных  
газопроводов»  
Стенд «Конденсационный газовый котел Rendamax  
R30»; Стенд «Элементы и детали полиэтиленовых  
газопроводов»  
Макет ШБГУ; Горелка ЕМ-3Е; ШРДГ -10; ВПГ-9;  
Анализатор газа АХТП; Мембранный газовый  
счетчик U-образные манометры; Поплавковый  
ротаметр РС-5; Бытовой счетчик газа; Лабораторный  
стенд «Автономная автоматизированная система  
отопления» ЭЛБ- 160.015.01; Лабораторный стенд  
«Автоматизированная котельная на жидком и  
газообразном топливе» ЭЛБ- 160.014.01;  
Лабораторный стенд «Приборы учета тепловой  
энергии и теплоносителя» АО «Взлёт»  
Тепловизор testo 890; Тепловизор testo 865;  
Многофункциональный измерительный прибор testo  
435-4  
Компактный термоанемометр testo 425;  
Термогигрометр для долгосрочной работы testo 625;  
Инфракрасный термометр testo 830-T1 с лазерным  
целеуказателем (оптика 10:1); Компактный  
анемометр с крыльчаткой, testo 416;

|   |  |
|---|--|
|   | Тахометр testo 470; Карманный анемометр с крыльчаткой и сенсором влажности, testo 410-2; Дифференциальный манометр testo 512, от 0 до 2 гПа; Газоанализатор testo 310 с принтером; Влагомер древесины и строительных материалов testo 616; Манометр дифференциальный цифровой ДМЦ- 01М                     |
| 25. Помещения для самостоятельной работы                | Помещение для самостоятельной работы (читальный зал библиотеки, ауд. 217): ПК-23 шт., в т.ч. 1шт.- ПК для лиц с ОВЗ (системный блок, монитор, клавиатура, мышь) с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СПбГАСУ. ПО Microsoft Windows 10 |
| 25. Учебные аудитории для проведения лекционных занятий | Комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска, экран, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет.  |

Для инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются специальные условия для получения образования в соответствии с требованиями нормативно-правовых документов.