

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования**  
**«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет**  
**им. Н.И. Лобачевского»**  
**Балахнинский филиал ННГУ**

УТВЕРЖДЕНО  
решением президиума Ученого совета ННГУ  
протокол от 16. 01. 2024 г. №1

**Рабочая программа профессионального модуля**  
**ПМ 01 ОБСЛУЖИВАНИЕ КОТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ТЭС**

Специальность среднего профессионального образования  
**13.02.01 ТЕПЛОВЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ**

Квалификация выпускника  
**ТЕХНИК - ТЕПЛОТЕХНИК**

Форма обучения  
**ОЧНАЯ**

год начала подготовки 2023

Программа профессионального модуля составлена в соответствии с требованиями  
ФГОС СПО по специальности 13.02.01 Тепловые электрические станции.

Автор:

Преподаватель высшей категории Е.А.Изюмцева

Программа рассмотрена и одобрена на заседании методической комиссии  
Балахнинского филиала ННГУ от 12.01.2024 г., протокол № 5

Председатель методической комиссии Балахнинского филиала ННГУ С.С. Квашнин

Программа согласована:

Заместитель начальника управления эксплуатации  
Энергетического комплекса (НиГРЭС) АО «Волга» А.В. Майоров

## **СОДЕРЖАНИЕ**

<b>1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ</b>	<b>3</b>
<b>2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ</b>	<b>5</b>
<b>3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ</b>	<b>13</b>
<b>4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ</b>	<b>15</b>

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ «ПМ 01 Обслуживание котельного оборудования на ТЭС»

## 1.1. Цель и планируемые результаты освоения профессионального модуля

В результате изучения профессионального модуля обучающихся должен освоить основной вид деятельности *Обслуживание котельного оборудования на ТЭС* и соответствующие ему общие и профессиональные компетенции:

### 1.1.1. Перечень общих компетенций

Код	Наименование общих компетенций
ОК 01	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.
ОК 02	Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.
ОК 03	Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по правовой и финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях,.
ОК 04	Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.
ОК 05	Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста.
ОК 07	Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.
ОК 09	Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.

### 1.1.2. Перечень профессиональных компетенций

Код	Наименование видов деятельности и профессиональных компетенций
ВД 1	Обслуживание котельного оборудования на ТЭС
ПК 1.1.	Проводить эксплуатационные работы на основном и вспомогательном оборудовании котельного цеха, топливоподачи и мазутного хозяйства.
ПК 1.2.	Проводить подготовку топлива к сжиганию.
ПК 1.3.	Контролировать работу тепловой автоматики и контрольно-измерительных приборов в котельном цехе.
ПК 1.4.	Проводить наладку и испытания основного и вспомогательного оборудования котельного цеха.

### 1.1.3. В результате освоения профессионального модуля обучающийся должен:

Иметь практический опыт в:	управлении работой котла в соответствии с заданной нагрузкой;
----------------------------	---

	выполнении переключений в тепловых схемах; составлении и заполнении оперативной документации по обслуживанию котельного оборудования; регистрации показаний контрольно-измерительных приборов; переключении с группового щита управления котлов в зависимости от изменения режима работы; составлении типовой схемы расстановки приборов при испытаниях парового котла.
уметь	выбирать типы, марки насосов и вентиляторов согласно нормам технологического проектирования; выбирать оптимальный режим работы котла в соответствии с заданным графиком нагрузки; определять правильность действия персонала при возникновении неполадок в работе котла и вспомогательного оборудования.
знать	устройство, принцип работы и технические характеристики паровых и водогрейных котлов; технологическую схему топливоподачи, мазутного и газового хозяйства, схемы приготовления твердого топлива, систему золошлакоудаления; назначение, типы, принципиальное устройство, работу насосов и вентиляторов котельного цеха; основы организации, проведения теплотехнических испытаний котлов и вспомогательного оборудования; водные режимы барабанных и прямоточных котлов; структуру и порядок оформления технической документации.

## 1.2. Количество часов, отводимое на освоение профессионального модуля

### 1.2.1. Количество часов, отводимое на освоение профессионального модуля для квалификации техник-теплотехник

Всего часов – **597 часов**

в том числе в форме практической подготовки 262 часа

Из них на освоение МДК – **543 часов**

в том числе, самостоятельная работа 23 часа

Практики, в том числе:

учебная - **72 часа**

производственная – **36 часов**

Промежуточная аттестация – **36 часов**, в том числе:

экзамены – **36 часов**,

экзамен по модулю - **18 часов**

## 2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

### 2.1.1 Структура профессионального модуля для квалификации техник-теплотехник

Коды профессиональных, общих компетенций	Наименования разделов профессионального модуля	Всего, час.	В т.ч. в форме практической. подготовки	Объем профессионального модуля, ак. час.						
				Обучение по МДК					Практики	
				Всего	В том числе				Учебная	Производственная
					Лабораторных и практических. занятий	Курсовых работ (проектов)	Самостоятельная работа	Промежуточная аттестация.		
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>
ПК 1.1 ОК 01-05, 07, 09	Раздел 1. Гидравлика	<b>140</b>	<b>60</b>	<b>122</b>	<b>36</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	<b>18</b>		
ПК 1.1 ОК 01-05, 07, 09	Раздел 2. Теоретические основы теплотехники	<b>152</b>	<b>44</b>	<b>152</b>	<b>44</b>		<b>10</b>			
ПК 1.1-1.2 ОК 01-05, 07, 09	Раздел 3. Котельные установки	<b>179</b>	<b>52</b>	<b>161</b>	<b>52</b>		<b>9</b>	<b>18</b>		
ПК 1.1-1.2 ОК 01-05, 07, 09	Учебная практика	<b>72</b>	<b>72</b>						<b>72</b>	
ПК 1.1-1.4 ОК 01-05, 07, 09	Производственная практика (по профилю специальности) часов	<b>34</b>	<b>36</b>							<b>36</b>
	Промежуточная аттестация (экзамен по ПМ)	<b>18</b>								
	<b>Всего:</b>	<b>597</b>	<b>262</b>	<b>435</b>	<b>132</b>	<b>-</b>	<b>23</b>	<b>36</b>	<b>72</b>	<b>36</b>

## 2.2. Тематический план и содержание профессионального модуля (ПМ)

Наименование разделов и тем профессионального модуля (ПМ), междисциплинарных курсов (МДК)	Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, самостоятельная учебная работа обучающихся, курсовая работа (проект) (если предусмотрены)	Объем, акад. ч / в том числе в форме практической подготовки, акад.ч для квалификации техник-теплотехник
1	2	3
<b>Раздел 1 Гидравлика</b>		<b>140/140</b>
<b>МДК. 01.01 Техническое обслуживание котельного оборудования на тепловых электрических станциях</b>		
<b>Тема 1.1 Физические свойства жидкостей и газов</b>	<b>Содержание</b>	<b>6</b>
	<b>1.</b> Виды жидкостей. Силы, действующие на жидкость. Идеальная и реальная жидкости.	4
	<b>2.</b> Физические свойства жидкостей и газов	2
	<b>В том числе практических занятий</b>	
	<b>Практическое занятие 1</b> Определение физических величин жидкостей и газов по расчетным формулам и справочным таблицам.	
<b>Тема 1.2. Гидростатика</b>	<b>Содержание</b>	<b>14</b>
	<b>1.</b> Гидростатика. Гидростатическое давление. Свойства гидростатического давления. Основное уравнение гидростатики. Гидростатический и геометрический напоры	8
	<b>2.</b> Виды давления. Единицы измерения давления. Закон Паскаля. Гидравлический пресс	
	<b>3.</b> Силы гидростатического давления, действующие на плоскую стенку. Гидростатический парадокс.	
	<b>4.</b> Силы гидростатического давления, действующие на плоскую стенку и цилиндрические поверхности.	
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	6
	<b>Лабораторная работа 1.</b> Изучение физических свойств жидкости.	
	<b>Практическое занятие 2.</b> Решение задач по определению сил гидростатического давления, действующие на различные поверхности.	
	<b>Лабораторная работа 2.</b> Определение гидростатического давления	
<b>Тема 1.3. Гидродинамика</b>	<b>Содержание</b>	<b>14</b>
	<b>1.</b> Гидродинамика. Поток и элементарная струйка. Гидравлические характеристики потока жидкости.	10
	<b>2.</b> Движение потока жидкости. Уравнение неразрывности потока жидкости	
	<b>3.</b> Уравнение Бернулли для потока идеальной и реальной жидкости.	
	<b>4.</b> Физическая сущность и графическое представление уравнения Бернулли.	
	<b>5.</b> Измерение расхода и скоростного напора, движущийся жидкости.	

	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	<b>4</b>
	<b>Лабораторная работа 3</b> Снятие напорной и пьезометрической линий для трубопровода переменного сечения	
	<b>Практическое занятие 3</b> Решение задач с использованием уравнения Бернулли	
<b>Тема 1.4. Режимы течения жидкости. Гидравлические сопротивления</b>	<b>Содержание</b>	<b>14</b>
	<b>1.</b> Движение жидкости по трубопроводам и каналам. Классификация видов движения жидкости. Два режима течения жидкости: ламинарное и турбулентное. Число Рейнольдса	<b>6</b>
	<b>2</b> Классификация гидравлических сопротивлений, способы определения коэффициента гидравлического трения при ламинарном и турбулентном режимах	
	<b>3.</b> Местные гидравлические сопротивления.	
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	<b>8</b>
	<b>Лабораторная работа 4</b> Экспериментальное определение коэффициента линейных потерь напора по длине в трубопроводе переменного сечения	
	<b>Лабораторная работа 5</b> Экспериментальное определение местных потерь на трубопроводе	
	<b>Лабораторная работа 6</b> Экспериментальное определение числа Рейнольдса	
	<b>Практическое занятие 4</b> Решение задач с применением основных законов гидродинамики	
<b>Тема 1.5. Истечение жидкости из отверстий и насадок</b>	<b>Содержание</b>	<b>6</b>
	<b>1.</b> Истечение жидкости через отверстия и насадки.	<b>4</b>
	<b>2.</b> Применение истечения в водоструйных насосах, инжекторах и т.д.	
	<b>В том числе практических занятий</b>	<b>2</b>
	<b>Практическое занятие 5</b> Решение задач на истечение жидкости из отверстий и насадков	
<b>Тема 1.6. Движение жидкости по трубопроводам и каналам</b>	<b>Содержание</b>	<b>12</b>
	<b>1.</b> Классификация трубопроводов. Гидравлические характеристики трубопроводов.	<b>8</b>
	<b>2.</b> Сифонные трубопроводы и их применение. Расчет сифонных трубопроводов	
	<b>3.</b> Гидравлический удар и меры борьбы с ним. Расчет гидравлического удара	
	<b>4.</b> Кавитация и борьба с ней.	
	<b>В том числе практических занятий</b>	<b>4</b>
	<b>Практическое занятие 6</b> Расчет сложного трубопровода	
<b>Тема 1.7. Общие сведения о гидравлических машинах</b>	<b>Содержание</b>	<b>4</b>
	<b>1.</b> Классификация, типы и основные характеристики насосов и гидравлических машин.	<b>4</b>
	<b>2.</b> Насосная установка. Выбор типа гидравлических машин. Области применения гидравлических машин	
<b>Тема 1.8. Поршневые</b>	<b>Содержание</b>	<b>4</b>



<b>гидравлические машины</b>	<b>1.Поршневые гидравлические машины. Конструкция поршневых гидравлических машин</b>	4
	<b>2.Основные характеристики, подача, мощность и КПД поршневых машин.</b>	
<b>Тема 1.9. Центробежные гидравлические насосы</b>	<b>Содержание</b>	<b>22</b>
	<b>1. Классификация, типы, конструктивные особенности и принцип действия центробежных гидравлических насосов.</b>	16
	<b>2. Треугольники скоростей на входе и выходе с лопасти. Уравнение Л.Эйлера.</b>	
	<b>3.Теоретический напор. Влияние профиля лопасти на величину напора. Действительный напор насоса</b>	
	<b>4. Характеристики центробежных гидравлических насосов. Универсальная характеристика насоса. Закон пропорциональности. Коэффициент быстроходности.</b>	
	<b>5. Кавитация в центробежных гидравлических насосах и меры борьбы с ней.</b>	
	<b>6. Осевое давление в центробежных гидравлических насосах и способы его уменьшения</b>	
	<b>7. Работа насоса и гидравлической сети, определение рабочей точки насоса. Способы регулирования подачи.</b>	
	<b>8. Пуск, останов и эксплуатация центробежных насосов. Возможные неполадки в работе насосов</b>	
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	
	<b>Лабораторная работа 7</b> Снятие гидравлической характеристики центробежного насоса	6
	<b>Практическое занятие 7</b> Построение универсальной характеристики насоса и гидравлической сети. Определение рабочей точки насоса.	
<b>Тема 1.10. Насосы и вентиляторы энергетических предприятий</b>	<b>Содержание</b>	<b>20</b>
	<b>1. Основные типы и конструкция вентиляторов, применяемых в системах теплоснабжения энергетических предприятий.</b>	16
	<b>2.Питательные насосные агрегаты, типы и параметры питательных насосов. Особенности конструкции и приводы питательных насосов.</b>	
	<b>3.Регулирование подачи питательных насосов. Бустерные насосы.</b>	
	<b>4.Обслуживание питательных насосов. Неполадки в их работе, их причины и способы устранения.</b>	
	<b>5. Конденсатные насосы, их типы, конструктивные особенности.</b>	
	<b>6. Сетевые насосы и насосы специального назначения ТЭС</b>	
	<b>7.Циркуляционные насосы технического водоснабжения, их типы, параметры, особенности конструкции</b>	
	<b>8. Циркуляционные насосы АЭС.</b>	
	<b>15.Выбор типа и конструкции насоса согласно НТП</b>	

	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	4
	<b>Практическое занятие 8</b> Параллельная и последовательная работа насосов, построение суммарной характеристики.	
	<b>Практическое занятие 9</b> Выбор насосов по справочникам и каталогам согласно НТП.	
Тематика самостоятельной учебной работы при изучении раздела 1 1 Изучить конструкцию следующих энергетических насосов ПТН-1150-340-15, КсВ-320-160, КсВ-1000-95, СЭ-1250-140, ПЭ-780-230. 2. Систематическая проработка конспектов занятий, учебной и специальной технической литературы, подготовка к практическим работам с использованием методических рекомендаций преподавателя, оформление практических работ, отчетов и подготовка к их защите.		4
<b>Промежуточная аттестация (консультация, экзамен)</b>		20
<b>Раздел 2 Теоретические основы теплотехники</b>		<b>152/152</b>
<b>МДК. 01.01 Техническое обслуживание котельного оборудования на тепловых электрических станциях</b>		
<b>Тема 2.1. Основные определения термодинамики</b>	<b>Содержание</b>	8
	1. Термодинамика. Термические параметры состояния рабочего тела.	6
	2. Основные законы и уравнения состояния идеальных газов.	
	3. Смесь идеальных газов.	
	<b>В том числе практических и лабораторных занятий</b>	2
	<b>Практическое занятие 10</b> Исследование законов термодинамики.	
<b>Тема 2.2. Теплоёмкость</b>	<b>Содержание</b>	6
	1. Теплоёмкость	4
	2. Зависимость теплоемкости от температуры.	
	<b>В том числе практических и лабораторных занятий</b>	2
	<b>Практическое занятие 11</b> Определение объемной теплоемкости воздуха при постоянном давлении.	2
<b>Тема 2.3. Законы идеальных газов</b>	<b>Содержание</b>	18
	1. Первый закон термодинамики.	18
	2. Работа идеальных газов.	
	3. Термодинамические процессы идеальных газов	
	4. Круговые процессы	
	5. Цикл Карно	
	6. Энтальпия	
	7. Энтропия	
	8. TS диаграмма идеальных газов	

	<b>9. Процессы идеальных газов в TS диаграмме</b>	
<b>Тема 2.4. Газовые циклы</b>	<b>Содержание</b>	<b>6</b>
	<b>1. Циклы ДВС.</b>	6
	<b>2. Циклы ГТУ.</b>	
	<b>3. Термодинамические основы работы компрессора</b>	
<b>Тема 2.5. Реальные газы. Водяной пар. Влажный воздух.</b>	<b>Содержание</b>	<b>16</b>
	<b>1. Свойства реальных газов. Уравнение состояния реального газа.</b>	10
	<b>2. Понятие о водяном паре.</b>	
	<b>3. Характеристики влажного воздуха.</b>	
	<b>4. Таблицы воды и водяного пара</b>	
	<b>5. TS- и hS-диаграмма водяного пара</b>	
	<b>В том числе практических и лабораторных занятий</b>	<b>6</b>
	<b>Практическое занятие 13</b> Определение зависимости между давлением и температурой насыщенного пара.	6
	<b>Практическое занятие 14</b> Определение теплоты парообразования	
	<b>Практическое занятие 15</b> Определение степени сухости и энтальпии влажного пара	
<b>Тема 2.6. Термодинамические процессы водяного пара</b>	<b>Содержание</b>	<b>16</b>
	<b>1. Основные процессы изменения состояния водяного пара: изобарный, изохорный, изотермический, адиабатный процессы, изображение основных термодинамических процессов водяного пара в PV-;TS-;hS-диаграммах.</b>	8
	<b>2. Расчет процессов водяного пара.</b>	
	<b>3. Расчет процессов водяного пара</b>	
	<b>4. Расчет процессов водяного пара.</b>	
	<b>В том числе практических и лабораторных занятий</b>	<b>8</b>
	<b>Практическое занятие 16</b> Исследование изохорного процесса водяного пара	8
	<b>Практическое занятие 17</b> Исследование изобарного процесса водяного пара	
	<b>Практическое занятие 18</b> Исследование изотермического процесса водяного пара	
	<b>Практическое занятие 19</b> Исследование адиабатного процесса водяного пара	
<b>Тема 2.7. Истечение и дросселирование газов и паров</b>	<b>Содержание</b>	<b>12</b>
	<b>1. Располагаемая работа.</b>	8
	<b>2. Зависимость истечения от отношений давлений.</b>	
	<b>3. Сопло Лаваля.</b>	
	<b>4. Дросселирование паров и газов.</b>	
	<b>В том числе практических и лабораторных занятий</b>	
	<b>Практическое занятие 20</b> Исследование процесса истечения водяного пара	4

	<b>Практическое занятие 21</b> Исследование процесса дросселирования водяного пара	
<b>Тема 2.8. Циклы паротурбинных установок</b>	<b>Содержание</b>	<b>18</b>
	1. Цикл Ренкина	14
	2. Способы повышения КПД цикла Ренкина	
	3. Цикл с промежуточным перегревом пара	
	4. Регенеративный цикл ПТУ	
	5. Термодинамические основы теплофикации	
	6. Бинарные циклы	
	7. Решение задач	
	<b>В том числе практических и лабораторных занятий</b>	4
	<b>Практическое занятие 22</b> Ознакомление с работой оборудования на действующей ТЭС	
	<b>Практическое занятие 23</b> Определение КПД цикла ПТУ.	
<b>Тема 2.9. Тепловое излучение</b>	<b>Содержание</b>	<b>8</b>
	1. Основные сведения о тепловом излучении.	6
	2. Основные законы теплового излучения.	
	3. Теплообмен излучением между телами	
	<b>В том числе практических и лабораторных занятий</b>	2
	<b>Практическое занятие 24</b> Определение коэффициента излучения твердого тела	2
<b>Тема 2.10. Теплопередача</b>	<b>Содержание</b>	<b>8</b>
	1. Определение процессов передачи теплоты	4
	2. Передача теплоты теплопроводностью	
	<b>В том числе практических и лабораторных занятий</b>	4
	<b>Практическое занятие 25</b> Изучение процесса теплопередачи	4
	<b>Практическое занятие 26</b> Определение коэффициента теплопроводности методом трубы	
<b>Тема 2.11 Конвективный теплообмен</b>	<b>Содержание</b>	<b>4</b>
	Теплоотдача, теплопередача	4
	Основы теории подобия	
<b>Тема 2.12 Теплоотдача при свободном и вынужденном движении жидкости и изменении агрегатного состояния вещества</b>	<b>Содержание</b>	<b>18</b>
	Теплоотдача при вынужденном движении жидкости	8
	Теплоотдача при свободном движении жидкости	
	Теплоотдача при конденсации пара	
	Теплоотдача при кипении жидкости	
	<b>В том числе практических и лабораторных занятий</b>	10
	<b>Практическое занятие 27</b> Определение теплоотдачей горизонтальной трубы при свободном движении воздуха	10

	<b>Практическое занятие 28</b> Определение теплоотдачи вертикальной трубы при свободной движении воздуха	
	<b>Практическое занятие 29</b> Определение коэффициента теплоотдачи при вынужденном движении жидкости	
	<b>Практическое занятие 30</b> Исследование процесса конденсации пара	
	<b>Практическое занятие 31</b> Исследование процесса кипения жидкости	
<b>Тема 2.13</b> <b>Теплообменные аппараты</b>	<b>Содержание</b>	<b>4</b>
	Теплообменные аппараты	2
	<b>В том числе практических и лабораторных занятий</b>	<b>2</b>
	<b>Практическое занятие 32</b> Исследование процесса теплопередачи в теплообменном аппарате	2
	<b>Контрольная работа</b>	<b>2</b>
<b>Тематика самостоятельной учебной работы при изучении раздела 2</b> - Практическое использование газовых смесей и свойств газовых смесей - Молекулярно – кинетическая теория газов - Цикл Карно и его значение - Термодинамические основы работы компрессоров. Понятие о гидродинамическом и тепловом пограничном слое. - Использование нетрадиционных источников энергии		<b>10</b>
<b>Раздел 3 Котельные установки</b>		<b>179/150</b>
<b>МДК. 01.01 Техническое обслуживание котельного оборудования на тепловых электрических станциях</b>		
<b>Тема 3.1.</b> <b>Энергетическое топливо и процесс его сжигания.</b>	<b>Содержание</b>	<b>30</b>
	1 Общая технологическая схема котельной установки и её работа	20
	2. Состав энергетического топлива.	
	3.Твёрдое топливо и его характеристики.	
	4.Жидкое топливо и его характеристики.	
	5.Природный газ и его характеристики.	
	6. Теплота сгорания топлива. Приведенные характеристики топлива.	
	7. Состав и объём продуктов сгорания. Присосы воздуха.	
	8. Энтальпия продуктов сгорания.	
	9. Характеристика потерь теплоты	
	10. КПД ПК и котельной установки	
	<b>В том числе практических занятий</b>	<b>10</b>
	<b>Практическое занятие 33</b> Расчёт по топливу.	
	<b>Практическое занятие 34</b> Расчёт и составление таблицы объёмов воздуха и продуктов сгорания.	

	<b>Практическое занятие 35</b> Расчет и составление таблицы энтальпий продуктов сгорания	
	<b>Практическое занятие 36</b> Определение тепловых потерь, КПД брутто, часового расхода топлива парового котла.	
<b>Тема 3.2.</b> <b>Теплоэнергетические процессы в паровом котле (ПК) и его принципиальное устройство.</b>	<b>Содержание</b>	<b>48</b>
	1. Классификация паровых котлов	26
	2. Классификация и технические характеристики топочных устройств.	
	3. Горелки для сжигания твердых топлив.	
	4. Горелки для сжигания природного газа и мазута.	
	5. Камерные топки с твердым и жидким шлакоудалением	
	6. Газомазутные топки.	
	7. Основы гидравлического расчета поверхностей нагрева	
	8. Причины загрязнения пара и воды.	
	9. Ступенчатое испарение.	
	10. Конструкции внутрибарабанных устройств	
	11. Конструкции промывочных устройств барабана котла	
	12. Условия работы, компоновка и конструкция пароперегревателей	
	13. Регулирование температуры перегретого пара.	
	<b>В том числе практических занятий</b>	22
	<b>Практическое занятие 37</b> Определение геометрических размеров топки и построение ее эскиза.	
	<b>Практическое занятие 38</b> Изучение конструкций топок по чертежам.	
	<b>Практическое занятие 39</b> Изучение конструкций горелочных устройств по чертежам.	
	<b>Практическое занятие 40</b> Изучение конструкций топочных экранов по чертежам.	
	<b>Практическое занятие 41</b> Изучение методов получения чистого пара.	
	<b>Практическое занятие 42</b> Изучение конструкций внутрибарабанных сепарационных и промывочных устройств.	
	<b>Практическое занятие 43</b> Устройства регулирования температуры перегрева пара.	
<b>Тема 3.3.</b> <b>Низкотемпературные поверхности ПК</b>	<b>Содержание</b>	<b>14</b>
	1. Условия работы низкотемпературных поверхностей нагрева	10
	2. Водяные экономайзеры.	
	3. Трубчатые и регенеративные воздухоподогреватели.	
	4. Компоновка низкотемпературных поверхностей нагрева.	
	5. Схемы газоздушных трактов паровых котлов.	
	<b>В том числе практических занятий</b>	4
	<b>Практическое занятие 44</b> Изучение конструкций водяных экономайзеров по чертежам.	

	<b>Практическое занятие 45</b> Изучение конструкций воздухоподогревателей парового котла по чертежам.	
<b>Тема 3.4. Вспомогательное оборудование ПК</b>	<b>Содержание</b>	<b>28</b>
	1. Влияние единичной мощности, параметров пара, режима работы на конструкцию трактов парового котла. Компоновка, конструкция, тракты парового котла	20
	2. Компоновка паровых котлов.	
	3. Каркас паровых котлов. Его назначение, виды конструкций.	
	4. Гарнитура котла и ее назначение.	
	5. Водопаровой тракт барабанных и прямоточных котлов.	
	6. Назначение обмуровки парового котла	
	7. Назначение тепловой изоляции парового котла	
	8. Арматура паровых котлов, ее назначение	
	9. Особенности конструкции барабанных котлов.	
	10. Особенности конструкции прямоточных котлов.	
	<b>В том числе практических занятий</b>	8
	<b>Практическое занятие 46</b> Изучение конструкций каркаса парового котла.	
	<b>Практическое занятие 47</b> Изучение конструкций обмуровки и изоляции ПК. Материалы.	
	<b>Практическое занятие 48</b> Изучение конструкций барабанных и прямоточных котлов.	
<b>Тема 3.5. Вспомогательное оборудование ПК Топливный тракт прямоточных и барабанных паровых котлов. Золошлакоудаление.</b>	<b>Содержание</b>	<b>24</b>
	1. Схема топливного хозяйства ТЭС на твердом топливе.	16
	2. Оборудование топливоподачи.	
	3. Схемы пылеприготовления.	
	4. Оборудование систем пылеприготовления.	
	5. Технологическая схема подготовки мазута к сжиганию и ее оборудование.	
	6. Технологическая схема подготовки природного газа к сжиганию	
	7. Типы, конструкции, принцип работы золоуловителей.	
	8. Система золошлакоудаления. Устройства для удаления шлака, золы, виды схем гидравлического золошлакоудаления. Вторичное использование золошлаковых отходов.	
	<b>В том числе практических занятий</b>	8
	<b>Практическое занятие 49</b> Изучение вспомогательного оборудования схем пылеприготовления ПК.	
	<b>Практическое занятие 50</b> Выбор типа и количества дутьевых вентиляторов и дымососов	
	<b>Практическое занятие 51</b> Определение высоты дымовой трубы	
<b>Тема 3.6.</b>	<b>Содержание</b>	<b>6</b>
	1. Организация работы с обслуживающим персоналом ТЭС	6

<b>Обслуживание и наладка оборудования паровых котлов.</b>	<b>2.Общие вопросы обслуживания паровых котлов</b>	
	<b>3.Пуски и остановы барабанных и прямоточных паровых котлов.</b>	
<b>Тематика самостоятельной учебной работы при изучении раздела 3</b> <b>1.</b> Изучение конструкций пиковых водогрейных котлов <b>2.</b> Изучение новых конструкций золоуловителей <b>3.</b> Изучение современных конструкций дымовых труб <b>4.</b> Систематическая проработка конспектов занятий, учебной и специальной технической литературы, подготовка к практическим работам с использованием методических рекомендаций преподавателя, оформление практических работ, отчетов и подготовка к их защите.		<b>9</b>
<b>Промежуточная аттестация (консультация, экзамен)</b>		<b>18+2</b>
<b>Учебная практика по разделу 3</b> <b>Виды работ</b> <b>1.</b> Работа со слесарным инструментом <b>2.</b> Работа с измерительным инструментом <b>3.</b> Работа с инструментами и приспособлениями для плоскостной и пространственной разметки <b>4.</b> Рубка и резка металла <b>5.</b> Правка и гибка металла <b>6.</b> Опиливание и распиливание металла <b>7.</b> Сверление, зенкование и развертывание отверстий <b>8.</b> Нарезание резьбы <b>9.</b> Клепка <b>10.</b> Изготовление молотков, гаечных ключей, ножовочных станков и других несложных изделий <b>11.</b> Сварочные работы <b>12.</b> Организация работ по обслуживанию котельного оборудования		<b>72</b>
<b>Производственная практика</b> <b>Виды работ</b> <b>1.</b> Работа с инструментами и приспособлениями, применяемыми при ремонте ТЭС. <b>2.</b> Работа с калибрами-шаблонами. <b>3.</b> Работа с кронциркулями. <b>4.</b> Работа с нутромерами. <b>5.</b> Работа с гидравлическими (гидростатическими) уровнями. <b>6.</b> Чтения технологической и полной схем котельного цеха. <b>7.</b> Выполнения переключений в тепловых схемах. <b>8.</b> Составления и заполнения оперативной документации по обслуживанию котельного оборудования. <b>9.</b> Отработки навыков обслуживания в плановых противоаварийных тренировках.		<b>36</b>



10. Прием, разгрузка, и предварительная подготовка топлива к сжиганию;	
11.Регистрация показаний контрольно-измерительных приборов.	
12.Составления типовой схемы расстановки приборов при испытаниях парового котла.	
<b>Экзамен по модулю</b>	<b>18</b>
<b>Всего</b>	<b>597</b>

Практические занятия организуются, в том числе в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка предусматривает: определение физических величин жидкостей и газов по расчетным формулам и справочным таблицам, изучение физических свойств жидкости, решение задач по определению сил гидростатического давления, действующие на различные поверхности, определение гидростатического давления, снятие напорной и пьезометрической линий для трубопровода переменного сечения, решение задач с использованием уравнения Бернулли, экспериментальное определение коэффициента линейных потерь напора по длине в трубопроводе переменного сечения, экспериментальное определение местных потерь на трубопроводе, экспериментальное определение числа Рейнольдса, решение задач с применением основных законов гидродинамики, решение задач на истечение жидкости из отверстий и насадков, расчет сложного трубопровода, снятие гидравлической характеристики центробежного насоса, построение универсальной характеристики насоса и гидравлической сети, определение рабочей точки насоса, параллельная и последовательная работа насосов, построение суммарной характеристики, выбор насосов по справочникам и каталогам согласно НТП, исследование законов термодинамики, определение объемной теплоемкости воздуха при постоянном давлении, определение зависимости между давлением и температурой насыщенного пара, определение теплоты парообразования, определение степени сухости и энтальпии влажного пара, исследование изохорного процесса водяного пара, исследование изобарного процесса водяного пара, исследование изотермического процесса водяного пара, исследование адиабатного процесса водяного пара, исследование процесса истечения водяного пара водяного, исследование процесса дросселирования водяного пара, ознакомление с работой оборудования на действующей ТЭС, определение КПД цикла ПТУ, определение коэффициента излучения твердого тела, изучение процесса теплопередачи, определение коэффициента теплопроводности методом трубы, определение теплоотдачим горизонтальной трубы при свободном движении воздуха, определение теплоотдачи вертикальной трубы при свободной движении воздуха, определение коэффициента теплоотдачи при вынужденном движении жидкости, исследование процесса конденсации пара, исследование процесса кипения жидкости, исследование процесса теплопередачи в теплообменном аппарате, расчёт по топливу, расчёт и составление таблицы объёмов воздуха и продуктов сгорания, расчет и составление таблицы энтальпий продуктов сгорания, определение тепловых потерь, кпд брутто, часового расхода топлива парового котла, определение геометрических размеров топки и построение ее эскиза, изучение конструкций топок по чертежам, изучение конструкций горелочных устройств по чертежам, изучение конструкций топочных экранов по чертежам, изучение методов получения чистого пара, изучение конструкций внутрибарабанных сепарационных и промысловых устройств, устройства регулирования температуры перегрева пара, изучение конструкций водяных экономайзеров по

чертежам, изучение конструкций воздухоподогревателей парового котла по чертежам, изучение конструкций каркаса парового котла, изучение конструкций обмуровки и изоляции ПК, материалы, изучение конструкций барабанных и прямоточных котлов, изучение вспомогательного оборудования схем пылеприготовления ПК, выбор типа и количества дутьевых вентиляторов и дымососов, определение высоты дымовой трубы.

На проведение практических занятий в форме практической подготовки отводится 262 часа.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

- практических умений/навыков:
- выбирать типы, марки насосов и вентиляторов согласно нормам технологического проектирования;
- выбирать оптимальный режим работы котла в соответствии с заданным графиком нагрузки;
- определять правильность действия персонала при возникновении неполадок в работе котла и вспомогательного оборудования;
- в управлении работой котла в соответствии с заданной нагрузкой;
- в выполнении переключений в тепловых схемах;
- в составлении и заполнении оперативной документации по обслуживанию котельного оборудования;
- в регистрации показаний контрольно-измерительных приборов;
- в переключении с группового щита управления котлов в зависимости от изменения режима работы;
- в составлении типовой схемы расстановки приборов при испытаниях парового котла.

- профессиональных компетенций:

ПК 1.1. Проводить эксплуатационные работы на основном и вспомогательном оборудовании котельного цеха, топливоподачи и мазутного хозяйства;

ПК 1.2. Обеспечивать подготовку топлива к сжиганию;

ПК 1.3. Контролировать работу тепловой автоматики и контрольно-измерительных приборов в котельном цехе;

ПК 1.4. Проводить наладку и испытания основного и вспомогательного оборудования котельного цеха.

### **3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ**

**3.1. Для реализации программы профессионального модуля должны быть предусмотрены следующие специальные помещения:**

#### **Лаборатория «Котельного оборудования ТЭС»**

- стенды с элементами теплоэнергетического оборудования;
- макеты с элементами теплоэнергетического оборудования;
- плакаты с элементами теплоэнергетического оборудования;
- видеофильмы и фотографии по устройству и эксплуатации теплоэнергетического оборудования;
- технические средства обучения и программного обеспечения:
  - интерактивная доска;
  - интерактивный комплект оперативной диагностики;
  - интерактивный планшет;
  - мобильный программно-технический комплекс;
  - мультимедийный проектор;
  - программно-аппаратная станция.

#### **Мастерская «Слесарно-механическая»**

Оборудование Слесарно-механической мастерской и рабочих мест мастерской:

- верстак слесарный, оборудованный тисами и защитным экраном. Количество рабочих мест не менее 15;
- станки настольно-сверлильные, заточные и т.д. Количество не менее 1 станка каждого вида;
- набор слесарных и измерительных инструментов, приспособления для правки и рихтовки (не менее 15 комплектов);
- заготовки для выполнения слесарных работы;
- технологические карты выполнения работ;
- набор плакатов.

Реализация образовательной программы предполагает обязательную учебную и производственную практику.

Учебная практика реализуется в мастерских профессиональной образовательной организации и требует наличия оборудования, инструментов, расходных материалов, обеспечивающих выполнение всех видов работ, определенных содержанием программ профессиональных модулей.

Производственная практика реализуется в организациях электро- и теплоэнергетического профиля, обеспечивающих деятельность обучающихся в профессиональной области в деятельности 16 Строительство и ЖКХ, 20 Электроэнергетика, 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности.

Оборудование предприятий и технологическое оснащение рабочих мест производственной практики должно соответствовать содержанию профессиональной деятельности и дать возможность обучающемуся овладеть профессиональными компетенциями по всем видам деятельности, предусмотренными программой, с использованием современных технологий, материалов и оборудования.

### **3.2. Информационное обеспечение реализации программы**

Для реализации программы библиотечный фонд образовательной организации имеет печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы, для использования в образовательном процессе.

#### **3.2.1. Основные печатные издания**

1. Котельные установки / Е.В. Барочкин, В.Н. Виноградов, А.Е. Барочкин. – Москва : Инфра-инженерия, 2021. – 440 с. – ISBN 978-5-9729-0691-8.
2. Котельные установки и парогенераторы / С.Л. Елистратов, Ю.И. Шаров. – Москва : Инфра-инженерия, 2021. – 148 с. – ISBN: 978-5-9729-0554-6.

#### **3.2.2. Основные электронные издания**

1. Котельные установки. Паровые котлы : учебное пособие к выполнению курсового проекта для студентов, изучающих дисциплину «Котельные установки и парогенераторы» / [Н. П. Жуков, Н. Ф. Майникова, О. Н. Попов и др.]. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2021. – 80 с. – 50 экз. – ISBN 978-5-8265-1229-6. URL: <https://tstu.ru/book/elib/pdf/2013/maim2-t.pdf>

#### **3.2.3. Дополнительные источники**

Портал ЖКХ: сайт [Электронный ресурс]. – URL: <https://zhkh.su/> (дата обращения 08.09.2021).

#### 4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

Код и наименование профессиональных и общих компетенций, формируемых в рамках модуля	Критерии оценки	Методы оценки
<p>ПК 1.1 Проводить эксплуатационные работы на основном и вспомогательном оборудовании котельного цеха, топливоподачи, мазутного и газового хозяйства.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- точное и полное определение последовательности выполнения эксплуатационных работ на основном и вспомогательном оборудовании котельного цеха;</li> <li>- определение правильности действий персонала при возникновении неполадок в работе котла и вспомогательного оборудования;</li> <li>- применение режимных карт и анализ работы котла по режимной карте;</li> <li>- определение эффективности использования топлива;</li> <li>- анализ влияния характеристик топлива на надежность работы котельной установки;</li> <li>- обоснованность выбора методов эксплуатации оборудования и его узлов;</li> <li>- правильность оформления наряда-допуска и грамотность при составлении и заполнении формуляров на ремонтные работы;</li> <li>- демонстрация практических навыков в определении неисправности в работе теплоэнергетического оборудования, их причин и способов предупреждения.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- экспертное наблюдение за выполнением заданий на производственной практике;</li> <li>- оценка результатов выполнения практических заданий;</li> <li>- экспертная оценка результатов выполнения практических заданий;</li> <li>- анализ результатов защиты практических заданий;</li> <li>- экспертная оценка результатов выполнения практических заданий;</li> <li>- наблюдение за ходом выполнения практических работ, производственной практики и анализ результатов;</li> </ul>
<p>ПК1.2 Проводить подготовку топлива к сжиганию.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- определение эффективности использования топлива;</li> <li>- анализ влияния характеристик топлива на надежность работы котельной установки;</li> <li>- контроль требований правил технической эксплуатации, ПТБ при обслуживании пылеприготовительных установок;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- наблюдение за ходом выполнения практических работ, производственной практики, анализ результатов и экспертная оценка;</li> </ul>
<p>ПК 1.3 Контролировать работу тепловой автоматики и контрольно-</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- контроль показаний средств измерения;</li> <li>- определение эксплуатационных показателей оборудования</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- наблюдение за ходом выполнения практических работ, производственной практики, анализ результатов и</li> </ul>

измерительных приборов в котельном цехе.	котельного цеха; - контроль работы схем автоматических защит основного и вспомогательного котельного оборудования; - знание компоновки щитов контроля и пультов управления котельной установки; - контроль допустимых отклонений рабочих параметров котлоагрегатов и вспомогательного оборудования;	экспертная оценка;
ПК 1.4 Проводить наладку и испытания основного и вспомогательного оборудования котельного цеха.	- точное и полное определение последовательности выполнения эксплуатационных работ на оборудовании котельной установки; - контроль требований правил технической эксплуатации, правил техники безопасности при обслуживании теплоэнергетического оборудования; - контроль допустимых отклонений рабочих параметров котельной установки;	- наблюдение за ходом выполнения практических работ, производственной практики, анализ результатов и экспертная оценка;
ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.	- точный выбор и применение методов и способов решения профессиональных задач; - точная оценка эффективности и качества их выполнения.	- оценка эффективности и качества выполнения задач
ОК 2. Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.	- полный анализ и интерпретация информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности	- оценка эффективности и качества выполнения задач
ОК 3. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной	- демонстрация интереса к будущей профессии; - грамотная постановка цели дальнейшего профессионального роста и развития	- осуществление самообразования, использование современной научной и профессиональной терминологии, участие в профессиональных олимпиадах, конкурсах, выставках, научно-практических конференциях, оценка способности находить альтернативные варианты решения стандартных и

сфере, использовать знания по правовой и финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях		нестандартных ситуаций, принятие ответственности за их выполнение
ОК 4. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.	- скорость адаптации при взаимодействии обучающихся с преподавателями и сотрудниками образовательной организации в ходе обучения, а также с руководством и сотрудниками экономического субъекта во время прохождения практики.	- экспертное наблюдение и оценка результатов формирования поведенческих навыков в ходе обучения
ОК 5. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста.	- демонстрация навыков грамотно излагать свои мысли и оформлять документацию на государственном языке Российской Федерации, принимая во внимание особенности социального и культурного контекста	- оценка умения вступать в коммуникативные отношения в сфере профессиональной деятельности и поддерживать ситуационное взаимодействие, принимая во внимание особенности социального и культурного контекста, в устной и письменной форме, проявление толерантности в коллективе
ОК 7. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.	- демонстрация соблюдения норм экологической безопасности и определения направлений ресурсосбережения в рамках профессиональной деятельности.	- оценка соблюдения правил экологической в ведении профессиональной деятельности; формирование навыков эффективного действия в чрезвычайных ситуациях.
ОК 9. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.	- демонстрация навыков использования информационных технологий в профессиональной деятельности; - анализ и оценка информации на основе применения профессиональных технологий, использование информационно- телекоммуникационной сети «Интернет» для реализации профессиональной деятельности	- оценка умения применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач и использования современного программного обеспечения

### Описание шкал оценивания

Индикаторы компетенции	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
<b>Полнота знаний</b>	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.
<b>Наличие умений</b>	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными и недочетами, выполнены все задания в полном объеме.
<b>Характеристика сформированности компетенции</b>	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач. Требуется повторное обучение	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач.	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям, но есть недочеты. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по некоторым профессиональным задачам.	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач.
<b>Уровень сформированности компетенций</b>	Низкий	Ниже среднего	Средний	Высокий