

**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 02 ОБСЛУЖИВАНИЕ ТУРБИННОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ТЭС**

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

Квалификация выпускника  
**ТЕХНИК - ТЕПЛОТЕХНИК**

Форма обучения  
**ОЧНАЯ**

год начала подготовки 2024

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>14</b>

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ «ПМ 02 Обслуживание турбинного оборудования на ТЭС»

## 1.1. Цель и планируемые результаты освоения профессионального модуля

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

### 1.1.1. Перечень общих компетенций

Код	Наименование общих компетенций
ОК 1.	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам
ОК 2.	Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.
ОК 3.	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 4.	Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.
ОК 5.	Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста.
ОК 6.	Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей, применять стандарты антикоррупционного поведения.
ОК 7.	Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.
ОК 8.	Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности.
ОК 9.	Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.

### 1.1.2. Перечень профессиональных компетенций

Код	Наименование видов деятельности и профессиональных компетенций
<b>ВД 2</b>	<b><i>Обслуживание турбинного оборудования на ТЭС</i></b>
ПК 2.1.	Проводить эксплуатационные работы на основном и вспомогательном оборудовании турбинного цеха.
ПК 2.2	Контролировать водный режим электрической станции
ПК 2.3	Контролировать работу тепловой автоматики, контрольно-измерительных приборов, электрооборудования в турбинном цехе
ПК 2.4	Проводить наладку и испытания основного и вспомогательного оборудования турбинного цеха.

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

Иметь практический	- чтение технологических и полных схем турбинного цеха;
--------------------	---

ОПЫТ В	<ul style="list-style-type: none"> <li>- управлении работой турбины в соответствии с заданной нагрузкой;</li> <li>- выполнении переключений в тепловых схемах;</li> <li>- составлении и заполнении оперативной документации по обслуживанию турбинного оборудования;</li> <li>- наладке работы турбинного оборудования при отклонении контролируемых величин;</li> <li>- участии в испытаниях систем регулирования.</li> </ul>
уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать оптимальный режим работы турбины;</li> <li>- рассчитывать расход пара на турбину;</li> <li>- выбирать паровую турбину и вспомогательное оборудование;</li> <li>- анализировать работу вспомогательного оборудования по заданным значениям контролируемых величин;</li> <li>- пользоваться ключами щитов управления турбинной установкой;</li> <li>- выбирать способы предупреждения и устранения неисправностей в работе турбинного оборудования, применяемые инструменты и приспособления.</li> </ul>
знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>- устройство, принцип работы и технические характеристики турбины и вспомогательного оборудования;</li> <li>- технологический процесс производства тепловой и электрической энергии;</li> <li>- конструкцию узлов и деталей паровых турбин;</li> <li>- регулирование, маслоснабжение и защиту паровых турбин;</li> <li>- режимы работы турбин;</li> <li>- требования правил технической эксплуатации, правил техники безопасности при обслуживании турбинных установок и вспомогательного оборудования;</li> <li>- структуру и порядок оформления технической документации;</li> <li>- схемы автоматических защит основного и вспомогательного оборудования турбинной установки;</li> <li>- допустимые отклонения рабочих параметров турбоустановок и вспомогательного оборудования;</li> <li>- неполадки и нарушения в работе турбинного оборудования;</li> <li>- основы организации, проведения теплотехнических испытаний турбин и вспомогательного оборудования;</li> <li>- правила промышленной безопасности.</li> </ul>

## 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 **606**

в том числе в форме практической подготовки – **374 ч**

Из них на освоение МДК **400 ч**

курсовая работа - **40**;

в том числе самостоятельная работа - **25**

практики, в том числе учебная - **72**

производственная - **108**

Промежуточная аттестация: дифференциальный зачет, консультации - **18**, экзамен - **8**

## 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					
					Лабораторных и практических. занятий	Курсовых работ (проектов)	Самостоятельная работа	Промежуточная аттестация.	Учебная	Производственная
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ПК 2.1 – 2.4 ОК 01 -09	Раздел 1.Основное и вспомогательное оборудование турбинного цеха	257	132	237	44	40	14	18		
ПК 2.1 – 2.4 ОК 01 -09	Раздел 2. Обеспечение водного режима тепловой электрической станции.	85	50	85	34	-	7			
ПК 2.1 – 2.4 ОК 01 -09	Раздел 3. Техническое обслуживание, наладка, испытания основного и вспомогательного оборудования турбинного цеха.	76	50	76	34	-	4			
ПК 2.1 – 2.4 ОК 01 -09	Учебная практика	72	72		-	-	-		72	
ПК 2.1 – 2.4 ОК 01 -09	Производственная практика, часов	108	104							108
	Промежуточная аттестация (экзамен по МП)	8						8		
	Всего:	606	374	398	112	40	25	26	72	108

## 2.2. Тематический план и содержание профессионального модуля ПМ 02 Обслуживание турбинного оборудования на тепловых электрических станциях

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>МДК 02.01. Техническое обслуживание турбинного оборудования на тепловых электрических станциях</b>		<b>606/580</b>
<b>Раздел 1.Основное и вспомогательное оборудование турбинного цеха</b>		<b>257/132</b>
<b>Тема 1.1. Тепловые процессы в паровой турбине и ее принципиальное устройство</b>	<b>Содержание</b>	<b>58</b>
	1.Производство электроэнергии и тепла на ТЭС.	34
	2.Основные понятия о паротурбинной установке.	
	3.Способы повышения КПД паротурбинной установки.	
	4.Классификация и условные обозначения паровых турбин. Особенности конденсационных и теплофикационных турбин.	
	5.Основные уравнения газовой динамики	
	6.Изоэнтропическое движение газа. Параметры заторможенного потока газа.	
	7.Расширение пара в суживающихся сопловых решетках.	
	8.Расширение пара в косом срезе решетки. Критические параметры.	
	9.Турбинная ступень.	
	10.Регулирующие ступени	
	11. Потери энергии при обтекании турбинных лопаток.	
	12.Потери энергии от парциального подвода пара.	
	13.Потери энергии при течении влажного пара	
	14. Расход пара на турбину.	
	15. Предельная мощность однопоточной турбины.	
	16. Многоступенчатые паровые турбины. Потери при выпуске пара, в выхлопном патрубке паровой турбины и от утечек через концевые уплотнения	
	17. Осевые усилия и способы их уравнивания	
	<b>В том числе практических занятий</b>	<b>24</b>
	<b>Практическое занятие 1.</b> Тепловой расчет турбинных решеток.	
	<b>Практическое занятие 2.</b> Расчет и построение векторных треугольников скоростей для рабочей решетки	
	<b>Практическое занятие 3.</b> Выбор типа профилей турбинных решеток по атласу профилей турбинных решеток	
	<b>Практическое занятие 4.</b> Тепловой расчет турбинной ступени	
	<b>Практическое занятие 5.</b> Построение процесса расширения пара в многоступенчатой паровой турбине на HS-диаграмме.	
	<b>Практическое занятие 6.</b> Определение расхода пара на турбину	
	<b>Практическое занятие 7.</b> Определение размеров первой нерегулируемой ступени ЦВД	
	<b>Практическое занятие 8.</b> Определение размеров последней нерегулируемой ступени ЦВД	
	<b>Практическое занятие 9.</b> Схемы трубопроводов концевых уплотнений турбины	

<b>Тема 1.2. Конструкция деталей и узлов паровой турбины.</b>	<b>Содержание</b>	<b>40</b>
	1. Назначение и конструкция корпуса ЦВД турбины.	<b>32</b>
	2. Назначение и конструкция корпуса ЦНД турбины.	
	3. Конструкция сопловых решеток.	
	4. Конструкция обойм сопловых решеток.	
	5. Уплотнения паровых турбин	
	6. Конструкции и установка концевых уплотнений.	
	7. Конструкция опорных подшипников.	
	8. Конструкция упорных подшипников.	
	9. Роторы турбины, конструкции и условия работы.	
	10. Конструкция цельнокованого ротора.	
	11. Конструкция сборного ротора.	
	12. Конструкция сварного ротора.	
	13. Условия работы и влияние их на конструкции рабочих лопаток.	
	14. Конструкция рабочих турбинных лопаток.	
	15. Соединительные муфты, назначение, конструкции	
	16. Валоповоротное устройство, его назначение и конструкция.	
	<b>В том числе практических занятий</b>	<b>8</b>
	<b>Практическое занятие 10.</b> Изучение конструкции корпусов турбины.	
	<b>Практическое занятие 11.</b> Изучение конструкции комбинированного ротора.	
	<b>Практическое занятие 12.</b> Изучение конструкции крепления рабочих лопаток к ротору турбины.	
	<b>Практическое занятие 13.</b> Изучение конструкций опорно-упорных подшипников.	
<b>Тема 1.3. Вспомогательное оборудование паротурбинной установки</b>	<b>Содержание</b>	<b>22</b>
	1. Назначение, принцип работы и конструкция конденсатора паровой турбины.	<b>18</b>
	2. Воздухоудаляющие устройства или эжекторы паровой турбины.	
	3. Воздушная и гидравлическая плотность конденсатора.	
	4. Загрязнения конденсатора и способы его очистки.	
	5. Эксплуатационные показатели работы конденсационной установки.	
	6. Причины ухудшения вакуума в конденсаторе.	
	7. Назначение встроенных пучков и принцип работы предохранительного клапана.	
	8. Материалы и конструкции ПВД и ПНД	
	9. Неполадки и аварийные ситуации с ПВД.	
	<b>В том числе практических занятий</b>	<b>4</b>
	<b>Практическое занятие 14.</b> Тепловой расчет конденсатора.	
	<b>Практическое занятие 15.</b> Определение значений контролируемых величин по эксплуатационным характеристикам конденсаторов	
<b>Тема 1.4. Конденсационные и теплофикационные паровые турбины, их конструктивные</b>	<b>Содержание</b>	<b>20</b>
	1. Принципиальные схемы установок с конденсационными турбинами типа К.	<b>16</b>
	2. Принципиальные схемы установок с теплофикационными турбинами типа Т, ПТ, Р, Т с промперегревом.	
	3. Конструкция турбины К-300-240	
	4. Конструкция турбины ПТ-60/75-130/13	
	5. Конструкция турбины Т-110-130	



<b>особенности</b>	6 Особенности принципиальных схем конденсационных турбин АЭС, их основные параметры	
	7. Особенности конструкций конденсационных турбин АЭС, работающих на влажном паре	
	<b>В том числе практических занятий</b>	<b>4</b>
	<b>Практическое занятие 16.</b> Изучение конструкция турбины К-210-130	
	<b>Практическое занятие 17.</b> Изучение конструкция турбины ПТ-80/100-130/13	
<b>Тема 1.5. Регулирование, маслоснабжение и защита паровых турбин.</b>	<b>Содержание</b>	<b>22</b>
	1. Системы регулирования конденсационных паровых турбин. Назначение, структура. Регулятор частоты вращения	<b>18</b>
	2. Схема регулирования с гидравлическими связями	
	3. Гидродинамическое регулирование.	
	4. Характеристики работы системы регулирования	
	5.Механизм управления турбиной.	
	6.Парораспределение паровых турбин.	
	7.Автоматические системы защиты турбины	
	8. Схема маслоснабжения паровых турбин мощностью до 200 МВт	
	9.Схема маслоснабжения паровых турбин мощностью свыше 200 МВт	
	<b>В том числе практических занятий</b>	<b>4</b>
	<b>Практическое занятие 18.</b> Принципиальная схема системы регулирования паровой турбины с регулируемым отбором	
	<b>Практическое занятие 19.</b> Масляные баки систем маслоснабжения ПТУ.	
<b>Тема 1.6. Газотурбинные и парогазовые установки для энергетических блоков</b>	<b>Содержание</b>	<b>21</b>
	1.Схемы разомкнутой и замкнутой ГТУ при постоянном давлении.	<b>21</b>
	2.Конструкция камеры сгорания ГТУ.	
	3. Конструкция газовой турбины.	
	4. Особенности работы и обслуживания ГТУ.	
	5. Режимы пуска и останова ГТУ.	
	6. Парогазовые установки (ПГУ). Основные элементы ПГУ.	
	7.Схемы ПГУ.	
	8. Конструкция котлов-утилизаторов.	
<b>Тематика самостоятельной учебной работы при изучении раздела 1</b> 1.Осевые усилия пара и определение способов их уравнивания по чертежам турбин. 2.Изучение конструкций конденсаторов мощных турбин 3.Конструкционные материалы паровых турбин. 4. Выполнение расчетов по специальным индивидуальным заданиям, 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>12</b>
<b>Курсовой проект.</b> <b>Тематика курсовых работ:</b> 1. Тепловой расчет цилиндра высокого давления (ЦВД). Расчёт характерных ступеней ЦВД, определение размеров рабочих лопаток проточной части по индивидуальному заданию паровых турбин :К-300-240,ПТ-60-130/13,ПТ-80-130/13,Р-40-130/30, Р-50-130/15,Р-100-130/15		
<b>Обязательные аудиторные учебные занятия по курсовому проекту.</b> Практическое занятие № 1. Тема курсовой работы. Содержание. Исходные данные. Практическое занятие № 2. Составление технологической схемы и описания турбины. Практическое занятие № 3. Определение номинального расхода пара на турбину или электрической мощности цилиндра.		

Практическое занятие № 4. Построение ориентировочного рабочего процесса ЦВД турбины. Практическое занятие № 5. Ориентировочный расчет регулирующей ступени ЦВД. Практическое занятие № 6. Определение размеров первой нерегулируемой первой нерегулируемой ступени ЦВД. Практическое занятие № 7. Выбор размеров и теплового перепада последней ступени ЦВД. Практическое занятие № 8-9-10. Детальный расчет регулирующей ступени ЦВД. Практическое занятие № 11-12-13-14-15. Детальный расчет нерегулируемых ступеней ЦВД. Практическое занятие № 16. Составление описания схемы концевых уплотнений турбины. Практическое занятие № 17-18. Специальное задание по конструкции турбины. Практическое занятие № 19-20. Оформление графической части и пояснительной записки.		40
<b>Самостоятельная учебная работа обучающегося над курсовым проектом.</b>		2
1. Изучение технической литературы по теме индивидуального задания на курсовую работу		
<b>Промежуточная аттестация (консультации, экзамен)</b>		20
<b>Раздел 2. Обеспечение водного режима тепловой электрической станции.</b>		85/50
<b>Тема 2.1.</b> <b>Водоподготовка</b>	<b>Содержание</b>	42
	1. Назначение водоподготовки на ТЭС. Обращение воды в рабочем цикле тепловой электростанции	20
	2. Примеси природных вод. Вещества, загрязняющие воду.	
	3. Показатели качества воды и способы их определения	
	4. Коагуляция и осветление воды	
	5. Обработка воды методом ионного обмена	
	6. Химическое обессоливание воды	
	7. Безреагентные методы подготовки воды	
	8. Стандартное водоподготовительное оборудования	
	9. Принципиальные схемы и компоновки оборудования водоподготовительных установок	
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	22
	<b>Лабораторное занятие 1.</b> Приготовление растворов нормальных концентраций для твердых и жидких веществ.	
	<b>Лабораторное занятие 2.</b> Определение нормальности соляной кислоты методом титрования.	
	<b>Лабораторное занятие 3.</b> Определение концентрации водородных ионов универсальным индикатором.	
	<b>Лабораторное занятие 4.</b> Определение щелочности воды.	
	<b>Лабораторное занятие 5.</b> Определение жесткости воды трилонометрическим методом	
	<b>Лабораторное занятие 6.</b> Проведение коагуляции воды.	
	<b>Лабораторное занятие 7.</b> Умягчение воды методом катионирования.	
	<b>Практическое занятие 20.</b> Изучение стандартного оборудования водоподготовительной установки ТЭС	
	<b>Практическое занятие 21.</b> Изучение оборудования действующей водоподготовительной установки ТЭС	
<b>Тема 2.2.</b> <b>Водный режим тепловых электростанций</b>	<b>Содержание</b>	22
	1. Водно-химический режим теплосилового оборудования, тепловых сетей и основные задачи.	14
	2. Химический контроль водоподготовки и водного режима на ТЭС. Нормы качества воды и пара.	
	3. Коррозия металла теплоэнергетического оборудования и методы борьбы с ней	
	4. Образование отложений на поверхностях оборудования и трубопроводах основного тракта тепловых электрических станций. Способы предотвращения отложений.	
	5. Водные режимы барабанных и прямоточных котлов.	
	6. Водные режимы барабанных и прямоточных котлов	
	7. Выбор схем обработки воды.	

	<b>В том числе практических занятий</b>	<b>8</b>
	1. Выбор водно-химического режима котлов с естественной циркуляцией	
	2. Выбор водно-химического режима прямоточных котлов.	
	3. Выбор схем обработки воды для паровых котлов	
	4. Заполнение оперативной документации	
<b>Тема 2.3. Очистка сточных вод</b>	<b>Содержание</b>	<b>14</b>
	1. Классификация сточных вод ТЭС, их состав. ПДК сбросов вредных веществ в водоемы. источники попадания загрязнения в сточные воды ТЭС. Влияние сточных вод ТЭС на природные водоемы.	<b>10</b>
	2. Обработка сбросных вод водоподготовительных установок.	
	3. Очистка сточных вод, содержащих нефтепродукты.	
	4. Сточные воды систем охлаждения и методы их очистки.	
	5.Обезвреживание сточных вод систем гидрозолоудаления..	
	<b>В том числе практических занятий</b>	<b>4</b>
	<b>Практическое занятие 22.</b> Изучение схем очистки сточных вод ТЭС	
Тематика самостоятельной учебной работы при изучении раздела 2 1.Изучение схем приготовления добавочной воды на ГРЭС. 2. Изучение схем приготовления добавочной воды на ТЭЦ. 3.Изучение новых безреагентных методов подготовки воды на ТЭС. 4.Изучения новых методов очистки сточных вод. 5.Систематическая проработка конспектов занятий, учебной и специальной технической литературы, подготовка к практическим и лабораторным работам с использованием методических рекомендаций преподавателя, оформление практических и лабораторных работ, отчетов и подготовка к их защите.		<b>7</b>
<b>Раздел 3.</b> Техническое обслуживание, наладка, испытания основного и вспомогательного оборудования турбинного цеха.		<b>76/50</b>
<b>Тема 3.1. Эксплуатация и обслуживание паровых турбин и паротурбинных установок</b>	<b>Содержание</b>	<b>52</b>
	1. Пуск турбины на неблочной ТЭС. Общие положения.	<b>26</b>
	2. Особенности пуска турбин из горячего и неостывшего состояний. Особенности пуска противодавленческих турбин и турбин с регулируемыми отборами пара.	
	3. Основные принципы организации режимов останова турбин.	
	4. Аварийные остановы турбоагрегата.	
	5. Остановка турбины в горячий резерв. Выбег ротора. Остановка турбины с расхолаживанием.	
	6. Обслуживание паровой турбины при нормальной работе	
	7. Вибрация турбоагрегата и её последствия. Нормы вибрации турбоагрегатов.	
	8. Отложения в турбинах и борьба с ними.	
	9.Работа турбины при отклонении параметров свежего пара и пара промперегрева от номинальных. Работа турбины при переменном давлении в конденсаторе.	
	10. Обслуживание системы регулирования.	
	11. Обслуживание системы смазки.	
	12. Нарушения в работе систем смазывания и их устранение.	
	13. Изучение эксплуатации регенеративной установки и контроля за её работой.	
	<b>В том числе практических занятий</b>	<b>26</b>
	<b>Практическое занятие 23.</b> Изучение пусковых режимов турбины ПТ-80-130/13.	
	<b>Практическое занятие 24.</b> Изучение блочного пуска турбины с прямоточным и барабанным котлами.	

	<b>Практическое занятие 25.</b> Работа с инструкцией по эксплуатации турбины Р-32-130/13 НиГРЭС.	
	<b>Практическое занятие 26.</b> Изучение методов контроля и устранения неполадок при осевом сдвиге ротора турбины и усилении вибрации турбоагрегата.	
	<b>Практическое занятие 27.</b> Описание действий персонала при аварийном останове турбоагрегата при попадании в турбину воды и холодного пара и авариях лопаток.	
	<b>Практическое занятие 28.</b> Проверка и настройка защиты от недопустимого увеличения частоты вращения ротора. Проверка плотности парозапорных и парораспределительных органов.	
	<b>Практическое занятие 29.</b> Регенерация турбинных масел.	
	<b>Практическое занятие 30.</b> Составление схемы замеров контролируемых параметров маслосистемы. Анализ работы системы по заданным значениям величин.	
	<b>Практическое занятие 31.</b> Изучение эксплуатации деаэрационной установки и контроля за её работой.	
<b>Тема 3.2. Электрооборудование на тепловых электрических станциях</b>	<b>Содержание</b>	<b>20</b>
	<b>1.</b> Общие сведения об энергосистемах и электроустановках. Понятие об основном электрооборудовании ТЭС. Виды, назначение и основные требования к электрическим схемам электроустановок. Деление потребителей на категории по степени надежности.	<b>12</b>
	<b>2.</b> Устройство и основные технические характеристики современных синхронных генераторов. . Основные типы силовых трансформаторов, их использование на тепловых электростанциях.	
	<b>3.</b> Короткое замыкание в электрических установках. Понятие о способах ограничения токов КЗ. Конструкции основных видов заземляющих устройств, величина сопротивления. Назначение рабочего и защитного заземления.	
	<b>4.</b> Типы проводников, применяемых в основных электрических цепях. Назначение и типы изоляторов. Гашение электрической дуги. Основные способы гашения дуги в аппаратах до 1 кВ и в аппаратах выше 1 кВ.	
	<b>5.</b> Коммутационные аппараты до 1 кВ. Коммутационные аппараты выше 1 кВ.	
	<b>6.</b> Собственные нужды ТЭС. Пути снижения расхода электроэнергии на собственные нужды	
	<b>В том числе практических занятий</b>	<b>8</b>
	<b>Практическое занятие 32.</b> Схема уплотнений корпуса генератора.	
	<b>Практическое занятие 33.</b> Система охлаждения генератора.	
	<b>Практическое занятие 34.</b> Повреждения и аномальные режимы работы в электроэнергетических системах.	
<b>Тематика самостоятельной учебной работы при изучении раздела 3</b> 1.Изучение структурной схемы персонала КТЦ. 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.		<b>4</b>
<b>Учебная практика по разделу 1.</b> <b>Виды работ:</b> 1. Вводный инструктаж по технике безопасности, охране труда. 2. Чтение технологических и принципиальных схем турбинного цеха; 3. Ознакомление с действующим оборудование турбинного цеха на примере действующей тепловой электростанции. 4. Составление технологических и полных схем турбинного цеха. Описание паровых турбин и применяемого вспомогательного оборудования. 5. Изучение конструкции проточной части паровых турбин. 6.Изучение конструкции и назначения роторов паровых турбин. 7. Изучение конструкции и назначения соединительных муфт и подшипников паровых турбин. 8. Изучение назначения и принципа работы устройств для предотвращения осевого сдвига роторов паровых турбин 9. Автоматические системы защиты паровых турбин, их устройство и принцип работы.		<b>72</b>



персонала при аварийном останове турбоагрегата при попадании в турбину воды и холодного пара и авариях лопаток, проверка и настройка защиты от недопустимого увеличения частоты вращения ротора, проверка плотности парозапорных и парораспределительных органов, регенерация турбинных масел, составление схемы замеров контролируемых параметров маслосистемы, анализ работы системы по заданным значениям величин, изучение эксплуатации деаэрационной установки и контроля за её работой, изучение стандартного оборудования водоподготовительной установки ТЭС, изучение оборудования действующей водоподготовительной установки ТЭС, схема уплотнений корпуса генератора, система охлаждения генератора, повреждения и аномальные режимы работы в электроэнергетических системах.

На проведение практических занятий в форме практической подготовки отводится 412 часов.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

- практических умений/навыков:
- выбирать оптимальный режим работы турбины;
- рассчитывать расход пара на турбину;
- выбирать паровую турбину и вспомогательное оборудование;
- анализировать работу вспомогательного оборудования по заданным значениям контролируемых величин;
- пользоваться ключами щитов управления турбинной установкой;
- выбирать способы предупреждения и устранения неисправностей в работе турбинного оборудования, применяемые инструменты и приспособления;
- в чтении технологических и полных схем турбинного цеха;
- в управлении работой турбины в соответствии с заданной нагрузкой;
- в выполнении переключений в тепловых схемах;
- в составлении и заполнении оперативной документации по обслуживанию турбинного оборудования;
- в наладке работы турбинного оборудования при отклонении контролируемых величин;
- в участии в испытаниях систем регулирования.
- профессиональных компетенций:

ПК 2.1. Проводить эксплуатационные работы на основном и вспомогательном оборудовании турбинного цеха;

ПК 2.2. Обеспечивать водный режим электрической станции;

ПК 2.3. Контролировать работу тепловой автоматики, контрольно-измерительных приборов, электрооборудования в турбинном цехе;

ПК 2.4. Проводить наладку и испытания основного и вспомогательного оборудования турбинного цеха.

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

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

#### **Лаборатория «Обслуживания и наладки теплоэнергетического оборудования»**

- 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 работ;
- технологические карты выполнения работ;
- набор плакатов.

#### **Полигон Теплоэнергетического оборудования:**

- оборудование действующей газовой котельной с водогрейными котлами ЗИО-60:
  - водогрейный котел по типу № ЗИО-60 № 1, 2,3,4,5;
  - газовая горелка по типу ИГК1-35;
  - регулятор давления газа по типу РДБК1;

- газоанализатор по типу ЭССА – СО;
  - прибор автоматики безопасности по типу КСУМ1;
  - сигнализатор загазованности по типу СЗ-1-1Г, СЗ-2-2В;
- инструкция для персонала котельной по обслуживанию водогрейных котлов ЗИО-60, работающих на газообразном топливе;
  - внешние сети газопровода;
  - элементы конструкции турбин: муфты и полумуфты, диафрагмы, обоймы, бандажи, концевые уплотнения, турбинные шпильки и гайки, стопорные и регулирующие клапаны, валоповоротное устройство, турбинные лопатки малых размеров;
  - средства малой механизации ремонтных работ: инструменты, специальные приспособления и оснастка, применяемые при сборке и монтаже трубопроводов, баков, листовых конструкций;
  - элементы парового котла: горелки, форсунки, послойный образец обмуровки парового котла;
  - огнеупорные и теплоизоляционные материалы;
  - насосное оборудование: насос с электроприводом: консольный - типа К, шестеренчатый, винтовой, плунжерный и др., секционный, бустерный (типа ПД), установленный на фундаментной плите с электродвигателями; инжектор, эжектор; детали насосов разного типа с элементами внутреннего повреждения (для демонстрации); вспомогательные материалы (сальники, и т.д.).

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. Водоподготовка в энергетике [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / А.С. Копылов, В.М. Лавыгин, В.Ф. Очков - М.: Издательский дом МЭИ, 2018. - Загл. с тит. экрана. - ISBN 978-5-383-00968-0.
2. Паровые турбины и газотурбинные установки для электростанций [Электронный ресурс]: учебник для вузов / А.Г. Костюк, А.Е. Булкин, А.Д. Трухний ; под ред. А.Д. Трухния. - М.: Издательский дом МЭИ, 2019. - ISBN 978-5-383-01400-4.
3. Парогазовые установки электростанций: учебник для вузов [Электронный ресурс] / А.Д. Трухний. - 3-е изд. перераб. и доп. - М.: Издательский дом МЭИ, 2019. - Загл. с тит. экрана. - ISBN 978-5-383-01277-2.

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

1. Копылов, А. С. Водоподготовка в энергетике : учебное пособие для вузов / А. С. Копылов, В. М. Лавыгин, В. Ф. Очков - Москва : Издательский дом МЭИ, 2020. - ISBN 978-5-383-00968-0. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383009680.html> (дата обращения: 09.09.2021). - Режим доступа : по подписке.
2. Молочек В.А. Ремонт паровых турбин [Электронный ресурс]. – URL: [https://uralenergomash.ru/site/assets/files/1160/molochek\\_v\\_a\\_remont\\_parovykh\\_turbin.pdf](https://uralenergomash.ru/site/assets/files/1160/molochek_v_a_remont_parovykh_turbin.pdf)
3. Трухний, А. Д. Теплофикационные паровые турбины и турбоустановки : учебное пособие для вузов / А. Д. Трухний, Б. В. Ломакин. - 2-е изд. , стереот. - Москва : МЭИ, 2020. - ISBN 978-5-383-01416-5. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383014165.html> (дата обращения: 09.09.2021). - Режим доступа : по подписке.

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

1. Библиотека Энергетика [Электронный ресурс]. – URL: сайт <http://db-energo.ru/>
2. Котельные агрегаты, котлы-утилизаторы и парогенераторы АЭС: учебное пособие / Е. В. Барочкин, Е. Н. Бушуев, А. С. Ривкин ; М-во образования и науки Рос. Федерации,

Иван. гос. энергет. ун-т им. В. И. Ленина ; под ред. Е. В. Барочкина. – Иваново : ИГЭУ, 2021. – 295 с. – ISBN 978-5-00062-271-1.

3. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара : справочник / А. А.

Александров, Б. А. Григорьев. – 2-е изд., стер. – Москва : Издательский дом МЭИ, 2006. – 164 с. – ISBN 5-903072-43-7.

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

Код и наименование профессиональных и общих и компетенций, формируемых в рамках модуля	Критерии оценки	Методы оценки
<b>ПК 2. 1.</b> Проводить эксплуатационные работы на основном и вспомогательном оборудовании турбинного цеха.	Демонстрация навыков чтения технологических и полных схем турбинного цеха.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- наблюдение за ходом выполнения лабораторных и практических работ и оценка её результатов.</li> <li>- оценка результатов защиты лабораторных работ и практических заданий;</li> <li>- наблюдение за деятельностью обучающихся на производственной практике</li> </ul>
	Выполнение тепловых расчетов и выбор паровых турбин в соответствии с нормами технологического проектирования	
	Точность изложения последовательности операций по пуску и останову паровых турбин в соответствии с инструкциями.	
	Составление и правильное заполнение оперативной документации по обслуживанию паротурбинного оборудования в соответствии с требованиями Правил технической эксплуатации.	
	Точность выбора оптимального режима работы турбины в соответствии графиком нагрузки.	
<b>ПК 2.2</b> Контролировать водный режим электрической станции	Правильный выбор водно-химического режима тепловой электрической станции (ТЭС) в соответствии с качеством исходной сырой воды.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- наблюдение за ходом выполнения лабораторных и практических работ и оценка её результатов.</li> <li>- оценка результатов защиты лабораторных работ и практических заданий;</li> <li>- наблюдение за деятельностью обучающихся на производственной</li> </ul>
	Правильный выбор водно-химического режима тепловой электрической станции в соответствии с качеством исходной сырой воды.	
	Правильный выбор схемы водоподготовительной установки (ТЭС) по типу технического	

	водоснабжения и качества исходной сырой воды.	практике
<b>ПК. 2.3.</b> Контролировать работу тепловой автоматики, контрольно-измерительных приборов, электрооборудования в турбинном цехе	Демонстрация практических навыков контроля показаний контрольно-измерительных приборов (КИП) в турбинном цехе	<ul style="list-style-type: none"> <li>- наблюдение за ходом выполнения лабораторных и практических работ и оценка её результатов.</li> <li>- оценка результатов защиты лабораторных работ и практических заданий;</li> <li>- наблюдение за деятельностью обучающихся на производственной практике</li> </ul>
	Оптимальный выбор схемы точек замеров, контролируемых величин при обслуживании вспомогательного оборудования турбинной установки в соответствии с требованиями правил технической эксплуатации.	
	Быстрота и точность определения показаний средств измерения в соответствии с типом прибора и местом их расположения на щитах управления.	
<b>ПК 2.4.</b> Проводить наладку и испытания основного и вспомогательного оборудования турбинного цеха.	Правильность определения значений величин по эксплуатационным характеристикам основного и вспомогательного оборудования	<ul style="list-style-type: none"> <li>- наблюдение за ходом выполнения лабораторных и практических работ и оценка её результатов.</li> <li>- оценка результатов защиты лабораторных работ и практических заданий;</li> <li>- наблюдение за деятельностью обучающихся на производственной практике</li> </ul>
	Четкость изложения условий возникновения неполадок и нарушений в работе турбинного оборудования;	
	Правильность перечисления типов испытаний систем регулирования турбин.	
	Обоснованность выбора способов предупреждения и устранения неисправностей в работе турбинного оборудования.	
<b>ОК 1.</b> Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам	Правильность решения стандартных и нестандартных профессиональных задач	Анализ деятельности обучающегося в процессе освоения образовательной программы
<b>ОК 2.</b> Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.	Правильность и четкость организации самостоятельных занятий при изучении профессионального модуля	Интерпретация результатов наблюдений за деятельностью обучающегося в процессе освоения образовательной программы
<b>ОК 3.</b> Планировать и	Выполнение работ в	Анализ деятельности

реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по правовой и финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях.	соответствии с установленными регламентами с соблюдением правил безопасности труда.	обучающегося в процессе освоения образовательной программы
<b>ОК 4.</b> Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.	Скорость адаптации при взаимодействии с коллегами, преподавателями в ходе обучения	Наблюдение за деятельностью обучающегося в процессе проведения практических работ, в нестандартных ситуациях
<b>ОК 5.</b> Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста	Выполнение работ в соответствии с установленными регламентами с соблюдением правил безопасности труда	Наблюдение, интерпретация результатов наблюдений за деятельностью обучающегося в процессе освоения образовательной программы
<b>ОК 6.</b> Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных российских духовно-нравственных ценностей, в том числе с учетом гармонизации межнациональных и межрелигиозных отношений, применять стандарты антикоррупционного поведения	Выполнение работ в соответствии с установленными регламентами с соблюдением правил безопасности труда	Наблюдение, интерпретация результатов наблюдений за деятельностью обучающегося в процессе освоения образовательной программы
<b>ОК 7.</b> Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно	Точность анализа инноваций в энергетике, использование современных технологий в профессиональной деятельности	Наблюдение, интерпретация результатов наблюдений за деятельностью

действовать в чрезвычайных ситуациях		обучающегося в процессе освоения образовательной программы
<b>ОК 8.</b> Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности.	Правильность и четкость организации самостоятельных занятий при изучении профессионального модуля, с личностной самооценкой контроля уровня физической подготовленности	Наблюдение, интерпретация результатов наблюдений за деятельностью обучающегося в процессе освоения образовательной программы
<b>ОК 9.</b> Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.	Демонстрация владения программными средствами на базе современных средств информационного обмена	Наблюдение, оценка деятельности на практических занятиях

### 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 несущественным 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