



Министерство науки  
и высшего образования РФ  
ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»  
Институт дистанционного  
и дополнительного образования



**ОЦЕНОЧНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ  
ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ  
ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ  
профессиональной переподготовки  
«Тепловые электрические станции (тепловая часть)»,**

**Текущий контроль**

Текущий контроль проводится в соответствии с характеристиками контрольных заданий и представлен в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика заданий текущего контроля

Наименование дисциплины (модуля)	Форма контроля/наименование контрольной точки	Пример задания	Критерии оценки
<i>Не предусмотрено</i>			

**Промежуточная аттестация**

Промежуточная аттестация по программе проводится в форме зачета, экзамена или отчета о стажировке в соответствии с учебным планом. Характеристика заданий представлена в табл. 2.

Таблица 2

Характеристика заданий промежуточной аттестации

Наименование дисциплины (модуля)	Пример задания	Критерии оценки
Термодинамические основы циклов теплоэнергетических установок	1. Первый закон термодинамики. Формулировки и аналитическое выражение, теплота процесса и работа расширения, примеры применения; 2. Первый закон термодинамики для потока вещества, техническая работа, физический смысл энтальпии. Теплота и работа в потоке.	Не предусмотрено

	<p>Мощность турбины и компрессора; 3. Обратимые и необратимые процессы. Примеры необратимых процессов. Причины необратимости. Формулировки второго закона термодинамики. Аналитическое выражение второго закона термодинамики для обратимых и необратимых процессов; 4. Цикл Карно, условия обратимости, КПД цикла Карно. КПД произвольного обратимого цикла, средние температуры подвода и отвода теплоты. КПД необратимых циклов; 5. Термодинамические циклы. Соотношение между <math>Q_1</math>, <math>Q_2</math> и <math>L</math>, КПД прямого цикла, схема теплового двигателя. Представить циклы в <math>T, s</math> – диаграмме; 6. Газотурбинные установки. Принципиальная схема, цикл в <math>T, s</math> - диаграмме. Термический и внутренний КПД; 7. Принципиальная схема и термодинамический цикл простой ГТУ в <math>T, s</math> - диаграмме; зависимость внутреннего КПД цикла ГТУ от давления <math>p_2</math> (<math>\beta</math>) и температуры <math>T_3</math>; 8. Термодинамические свойства и процессы воды и водяного пара. Термодинамические диаграммы (<math>p, T, p, v, T, s</math>-) воды и водяного пара на примере процесса парообразования, терминология (кипящая жидкость, влажный, сухой насыщенный и перегретый пар, и пр.). Определение свойств; 9. Принципиальная схема простой ПТУ и цикл Ренкина на перегретом паре в <math>T, s</math>- диаграмме. Удельная работа ПТУ, подведенная и отведенная теплота, термический и внутренний КПД цикла; 10. Принципиальная схема простой ПТУ и цикл</p>	
--	---	--

	<p>Ренкина на перегретом паре в <math>T,s</math> - диаграмме. Влияние начальных и конечных параметров пара на КПД цикла Ренкина; 11. Принципиальная схема простой ПТУ и цикл Ренкина на перегретом паре в <math>T,s</math> - диаграмме. Основные характеристики цикла; 12. Принципиальная схема и цикл ПТУ с промежуточным перегревом пара. КПД цикла. Причины применения. Особенности выбора параметров промперегрева; 13. Принципиальная схема ПТУ с регенерацией. Причины применения регенерации. Зависимость КПД ПТУ от температуры питательной воды и числа регенеративных подогревателей; 14. Принципиальная схема и цикл ПТУ АЭС в <math>T,s</math> - диаграмме с сепарацией и промежуточным перегревом пара; 15. Принципиальная схема и цикл в <math>T,s</math> - диаграмме одноконтурной ПГУ с котлом-утилизатором. Мощность и КПД ПГУ; 16. Процессы в котле-утилизаторе. Теплота, передаваемая в котле-утилизаторе, <math>T,Q</math> - диаграмма, уравнения теплового баланса, КПД котла-утилизатора; 17. Принципиальная схема и термодинамический цикл ГТУ-ТЭЦ в <math>T,s</math> - диаграмме. Выработанная мощность и теплота, коэффициент использования теплоты Кит; 18. Паротурбинные ТЭЦ. Принципиальная схема, цикл в <math>T, s</math> - диаграмме, преимущества теплофикации, оценка эффективности; 19. Теплофикационные циклы ПТУ (циклы ПТУ-ТЭЦ). Схема ТЭЦ с турбиной типа Р (с противодавлением). Основные</p>	
--	--	--

	<p>характеристики цикла; 20. Паротурбинные ТЭЦ с турбинами с отборами пара. Принципиальная схема, цикл в <math>T, s</math> – диаграмме, преимущества теплофикации. Выработанная мощность и теплота, основные характеристики цикла.</p>	
<p>Теоретические основы теплообмена</p>	<p>1. Основные положения теплопроводности: температурное поле, градиент температуры, закон Фурье теплопроводности, коэффициент теплопроводности; 2. Физико-математическая формулировка задач теплопроводности (общий случай). ДУ (дифференциальное уравнение) теплопроводности, условия однозначности (краевые условия задачи); 3. Стационарная теплопроводность в плоской стенке. Интегрирование ДУ (дифференциального уравнения) теплопроводности. Распределение температуры по толщине пластины для постоянного значения коэффициента теплопроводности; 4. Конвективный теплообмен: основные понятия, режимы течения, гипотеза прилипания, коэффициент теплоотдачи, гидродинамический и тепловой пограничные слои. Соотношение толщин пограничных слоев при ламинарном течении; 5. Закон теплоотдачи (Закон Ньютона-Рихмана); 6. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена. Уравнения: неразрывности, движения, сохранения тепловой энергии; 7. Вынужденная конвекция. Режимы течения.</p>	<p>Не предусмотрено</p>

	<p>Теплоотдача при вынужденном продольном омывании плоской стенки (ламинарный пограничный слой); 8. Конденсация – условие возникновения; виды конденсации. Формулировка задачи при пленочной конденсации на вертикальной стенке (ламинарный режим ее стекания, волнообразование, турбулентный режим ее стекания); 9. Скачки физических свойств на поверхности раздела фаз. Коэффициент поверхностного натяжения. Кривая насыщения. Условия сопряжения на границе раздела фаз (кинематическое, динамическое, тепловое); 10. Пленочная конденсация. Теплообмен при пленочной конденсации. Уравнение теплового баланса. Пленка конденсата как термическое сопротивление; 11. Теплообмен при течении ламинарной пленки конденсата на вертикальной стенке. Решение задачи Нуссельта; 12. Механизм парообразования и теплопереноса при пузырьковом кипении. Расчетные соотношения для теплоотдачи при пузырьковом кипении (соотношения Д.А. Лабунцова); 13. Теплообмен при кипении жидкости в трубах; 14. Теплообмен излучением. Основные понятия: поток излучения, интегральная плотность излучения, спектральная плотность потока излучения, яркость излучения; 15. Виды потоков излучения; 16. Угловые коэффициенты излучения, их физический смысл; 17. Законы Планка, смещения Вина, Стефана-Больцмана. Черные и серые</p>	
--	--	--

	<p>тела; 18. Теплообмен излучением между двумя бесконечными пластинами. Расчет результирующего потока излучения; 19. Теплообмен излучением между двумя поверхностями, разделенными системой экранов; 20. Система определяющих уравнений для теплообмена излучением в замкнутой системе многих серых изотермических поверхностей (расчет эффективных и результирующих потоков излучения).</p>	
<p>Котельные установки и парогенераторы</p>	<p>1. Классификация паровых котлов. Что такое котлы докритического и сверхкритического давления? 2. Поверхности нагрева паровых энергетических котлов. Их расположение по движению продуктов сгорания; 3. Виды теплообмена в паровом котле. Почему площадь поверхностей нагрева увеличивается по мере охлаждения продуктов сгорания? 4. Виды топлив. Общие и индивидуальные характеристики; 5. Организация шлакоудаления в котлах, работающих на твердом топливе; 6. Энергетический баланс котельной установки. Что такое КПД нетто и брутто? 7. КПД котла по прямому и обратному балансу. Зачем нужны оба этих понятия? 8. Топочная камера котла. Основные геометрические размеры. От чего они зависят? 9. Тепловое напряжение сечения и объема топочной камеры. Физический смысл. Зачем нужны эти понятия? 10. Золовой занос и абразивный износ конвективных поверхностей нагрева. Задача</p>	<p>Не предусмотрено</p>

	<p>оптимизации скорости в газоходах котла; 11. Высокотемпературная коррозия. Виды, классификация; 12. Низкотемпературная коррозия. Способы борьбы; 13. Водопаровой тракт котлов до- и сверхкритического давления; 14. Зона большой теплоемкости в котлах СКД; 15. Контур естественной циркуляции. Движущий и полезный напоры. Физический смысл; 16. Гомогенная модель в расчетах котлов с КЕЦ. Границы применения; 17. Надежность работы контура КЕЦ. Образование свободного уровня. Зстой и опрокидывание циркуляции; 18. Сепарация воды и пара в котлах ДКД. Виды сепарации. Преимущества и недостатки; 19. Теплообмен в поверхностях нагрева паровых котлов. Явление растечек теплоты в топочных экранах котла СКД; 20. Распределение примесей в котле ДКД. Продувка. Двух- и более ступенчатые схемы испарения.</p>	
<p>Паровые и газовые турбины</p>	<p>1. Цикл Ренкина и КПД конденсационной установки ТЭС; 2. Организация тепловых расширений турбоагрегата; 3. Цикл Ренкина и КПД конденсационной установки с промперегревом пара; 4. Упорные подшипники; 5. Влияния давления и температуры пара на входе в турбину на КПД турбоустановки; 6. Опорные подшипники. Требования к опорным подшипникам; 7. Процесс расширения пара в H-S диаграмме для турбины. Относительный внутренний</p>	<p>Не предусмотрено</p>

	<p>КПД турбины; 8. Назначение и типы подшипников паровых турбин; 9. Абсолютный электрический КПД установки, удельный расход теплоты, удельный расход пара; 10. Назначение и конструкция диафрагм паровой турбины; 11. Влияние давления пара в конденсаторе на КПД турбоустановки; 12. Конструкция статора ЦВД, ЦСД и ЦНД турбины; 13. Схема ПТУ с регенеративным подогревом питательной воды; 14. Конструкция роторов турбины; 15. Преобразование энергии в турбинной ступени; 16. Конструкция лопаток паровой турбины; 17. Степень реактивности турбинной ступени. Конструктивные отличия реактивной и активной турбинной ступени; 18. Многоступенчатые паровые турбины; 19. Уравновешивание осевых усилий; 20. Превращение тепловой энергии в работу в паровой турбине.</p>	
<p>Технология воды и водных режимов ТЭС и котельных</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные технологические показатели качества воды, применяемые в энергетике;</li> <li>2. Жесткость воды;</li> <li>3. Электропроводимость воды;</li> <li>4. Карбонатный индекс;</li> <li>5. Предварительная очистка воды. Основные методы;</li> <li>6. Процесс известкования;</li> <li>7. Обработка воды на механических фильтрах;</li> <li>8. Натрий-катионирование. Сущность метода. Область применения;</li> <li>9. Технология обессоливания воды методом ионного обмена;</li> <li>10. Процесс Н-катионирования;</li> <li>11. Процесс ОН-анионирования;</li> <li>12. Противоточные ионообменные технологии;</li> <li>13. Методы</li> </ol>	<p>Не предусмотрено</p>



	<p>удаления агрессивных газов (угольной кислоты и кислорода из воды); 14. Технология обработки воды методом обратного осмоса; 15. Технология обработки воды методом электродиализа; 16. Магнитный метод обработки воды; 17. Термические методы обессоливания; 18. Фильтры смешанного действия. Принцип действия. Область использования; 19. Воднохимический режим систем оборотного охлаждения (СОО) ТЭС.</p>	
<p>Средства теплового контроля и автоматизация на ТЭС</p>	<p>1. Чем отличаются прямые измерения от косвенных? Примеры тех и других на ТЭС. Оценка точности этих измерений; 2. Паровой котел как объект управления. Основные внешние и внутренние воздействия; 3. В чем отличие аналоговых и цифровых приборов? В каких пределах изменяется унифицированный токовый сигнал и почему эти сигналы постоянного тока? 4. Системы автоматического регулирования тепловой нагрузки в энергетических котлах; 5. Теплотехнический контроль на ТЭС. Первый уровень формирования измерительной информации. Контроль по месту разрежения в топке котла; 6. Экспериментальное определение параметров динамических характеристик по графику переходной характеристики; 7. Способы нормирования класса точности СИ и их условные обозначения. В чём состоит отличие приведенной и относительной погрешностей измерения? 8. Системы автоматического</p>	<p>Не предусмотрено</p>

	<p>регулирования горения в энергетических котлах; 9. Основные Н.М.Х С.И. Одинакова ли чувствительность термопреобразователей сопротивления следующих градуировок: 1 0М; 5 0М; 10 0М? 10. САР питания барабанных котлов; 11. Чем калибровка отличается от поверки? Их необходимость и значимость для организации теплотехнического контроля на ТЭС; 12. Структурные схемы регулирования температуры перегретого пара в паровом котле; 13. Чем отличаются прямые измерения от косвенных? Примеры тех и других на ТЭС. Оценка точности этих измерений; 14. Структурные схемы регулирования питания барабанных котлов; 15. Объясните метрологический термин: единство измерений. Задачи обеспечения единства измерений на ТЭС; 16. ПИ-закон регулирования. Отображение процессов регулирования во временной области; 17. В каком случае в цепи из двух проводников возникает термо-ЭДС и какие эффекты вызывают её появление? Уравнение стандартной ТЭП; 18. Алгоритмы (законы) регулирования. П- закон, И-закон. Отображение процессов регулирования во временной области; 19. Для чего нужны удлиняющие термоэлектродные провода, и какие требования к ним предъявляются? 20. Принципиальная и структурная схемы регулирования. В чем их отличие?</p>	
Централизованное теплоснабжение	1. В крупных городах с различными источниками тепла	Не предусмотрено

	<p>теплоснабжение потребителей, зимой снабжаемых от котельных, в летний период производят от ТЭЦ. Почему? 2. Оцените расчётный расход тепла на отопление девятиэтажного жилого дома, построенного после 2010 г. в Улан-Удэ, в котором проживают 300 жителей. Норма общей площади квартир на 1 жителя 20 м<sup>2</sup>; 3. Перечислите основные элементы теплосчётчика. Запишите уравнение для вычисления теплосчётчиком количества потреблённого тепла в закрытой водяной системе теплоснабжения. Расшифруйте обозначения величин, входящих в уравнение; 4. На время ремонта теплофикационного турбоагрегата с <math>P_0 = 13 \text{ МПа}</math> и <math>t_0 = 555 \text{ }^\circ\text{C}</math> его тепловая и электрическая нагрузка переданы на теплофикационные турбоагрегаты с параметрами <math>P_0 = 9 \text{ МПа}</math> и <math>t_0 = 535 \text{ }^\circ\text{C}</math>. Отпуск тепла и электроэнергии от ТЭЦ остался неизменным. Изменится ли расход топлива на ТЭЦ? Если изменится, то как и почему? 5. Определите температуру наружного воздуха, при которой потребность жилого здания в отоплении целиком покрывается внутренними источниками тепла. Шестиэтажное здание расположено в Курске и построено после 2010 г., удельная мощность внутренних источников тепла 10 Вт/м<sup>2</sup>; 6. Перечислите основные элементы теплосчётчика. Запишите уравнение для вычисления теплосчётчиком количества потреблённого тепла в открытой водяной</p>	
--	---	--

	<p>системе теплоснабжения. Расшифруйте обозначения величин, входящих в уравнение; 7. Перечислите методы регулирования тепловой нагрузки и дайте их краткую характеристику применительно к отопительной нагрузке; 8. На время ремонта теплофикационного турбоагрегата его тепловая нагрузка передана на РОУ. Отпуск электроэнергии и тепла остался без изменения. Изменился ли расход топлива на ТЭЦ в этот период? Если изменился, то как и почему? 9. Оцените средненедельный часовой расход теплоты на ГВС жилого дома, в котором проживают 500 жителей; 10. Перечислите теплообменники и насосы, установленные на тепловом пункте закрытой водяной системы теплоснабжения с независимым присоединением отопления и присоединением системы ГВС по двухступенчатой схеме; 11. Каковы должны быть температуры сетевой воды на входе на тепловой пункт потребителя с нагрузкой отопления, присоединённой по зависимой схеме, при температуре наружного воздуха <math>-20\text{ }^{\circ}\text{C}</math>? Расчётные температуры внутреннего и наружного воздуха <math>20\text{ }^{\circ}\text{C}</math> и <math>-25\text{ }^{\circ}\text{C}</math>, теплоносителя <math>130\text{ }^{\circ}\text{C}</math>, <math>95\text{ }^{\circ}\text{C}</math> и <math>70\text{ }^{\circ}\text{C}</math>; 12. Изложите основные требования к режиму давлений водяных тепловых сетей из условия надёжности работы системы теплоснабжения. Как рассчитать удельные тепловые потери однострубно теплопровода бесканальной подземной прокладки? Запишите необходимые для</p>	
--	---	--

	<p>расчёта уравнения и расшифруйте обозначения входящих в них величин; 13. После закрытия изношенных котельных их тепловая нагрузка передана на ТЭЦ. Отпуск электроэнергии от ТЭЦ не изменился. Изменился ли расход топлива в городе? Если изменился, то как и почему? 14. Оцените часовой расход тепла на отопление жилого дома в Архангельске при температуре наружного воздуха <math>-15\text{ }^{\circ}\text{C}</math>. Расчётный расход тепла на отопление <math>0,5\text{ Гкал/ч}</math>; 15. Перечислите типы теплообменных аппаратов для тепловых пунктов водяных систем теплоснабжения. Какие из них более компактны? Почему? 16. Рассчитайте коэффициент смешения смесительного устройства отопительной установки, присоединённой к водяной тепловой сети по зависимой схеме. Расчётные температуры теплоносителя на входе в тепловой пункт <math>120\text{ }^{\circ}\text{C}</math>, перед отопительными приборами <math>95\text{ }^{\circ}\text{C}</math> и за ними <math>65\text{ }^{\circ}\text{C}</math>; 17. Изобразите пьезометрический график двухтрубной водяной закрытой системы теплоснабжения. Укажите напор сетевых насосов, потери напора в гидродинамическом режиме на источнике тепла, в подающих и обратных трубопроводах сети, располагаемый напор на ответвлениях и у конечного потребителя; 18. Определите удельную комбинированную комбинированную выработку электроэнергии теплофикационным отбором паровой турбины. Давление и температура пара перед</p>	
--	--	--

	<p> стопорным клапаном <math>p_0 = 13</math> МПа, <math>t_0 = 555</math> 0С, температура питательной воды <math>t_{пв} = 230</math> 0С, средняя температура конденсации пара теплофикационного отбора <math>t_t = 85</math> 0С, внутренний относительный КПД турбин <math>\eta_{oi} = 0,83</math>, электромеханический КПД турбогенераторов <math>\eta_{эм} = 0,97</math>; 19. Оцените расчётный расход тепла на отопление пятиэтажного жилого дома, построенного после 2000 г. в Кашире, в котором проживают 400 жителей. Норма общей площади квартир на 1 жителя 18 м<sup>2</sup>; 20. Перечислите известные Вам конструкции компенсаторов тепловых деформаций тепловых сетей. В каких пределах находится компенсирующая способность осевых компенсаторов? </p>	
<p>Тепловые электрические станции</p>	<p> 1. Виды ТЭС и их особенности. Термодинамические циклы типовых ТЭС; 2. Необходимость применения параметра энтальпия рабочей среды ТЭС при выполнении теплотехнических расчетов. Определение энтальпии воды (пара) с помощью функций программы WaterSteamPro; 3. Тепловая схема турбоустановки Т-110/120-130. Завод-изготовитель; 4. Принципиальная тепловая схема турбоустановки Т-250/300-240; 5. Принципиальная схема ЦТП в системах теплоснабжения; 6. Конструкция РОУ, БРОУ; 7. Регенеративная система турбоустановки. Почему повышается энергетическая эффективность энергоблока при создании регенеративной системы; 8. Число часов использования установленной </p>	<p>Не предусмотрено</p>

	<p>мощности. КИУМ ТЭС; 9. Правильная запись результатов расчетов (учет погрешности исходных данных и погрешности математических операций); 10. Тепловая схема турбоустановки ПТ-80-130/13. Завод-изготовитель; 11. Методика разделения расхода топлива на расход, относимый на производство электроэнергии и расход, относимый на отпускаемую тепловую энергию (из примера расчета тепловой схемы, расчет удельных расходов); 12. Этапы расчета тепловой схемы турбоустановки. Цель расчета; 13. Система газоснабжения Московского региона; 14. Определение вакуума в конденсаторе по показанию вакуумметра; 15. Конструкция сетевых подогревателей (вертикальных, горизонтальных); 16. Конструкция и технологический процесс деаэратора; 17. Возможные пути совершенствования тепловой схемы ТЭЦ (турбинный экономайзер); 18. Конструкция ПНД. Его характеристики; 19. Зоны суточного графика и параметры суточного графика электрической нагрузки ТЭС и характеристические коэффициенты; 20. Конструкция ПВД. Виды навивки спиралей поверхности теплообмена ПВД. Преимущества и недостатки верхнего и нижнего подвода греющего пара.</p>	
<p>Природоохранные технологии на ТЭС</p>	<p>1. Основные потребители воды на ТЭС и их краткие характеристики; 2. Основные типы и краткая характеристика сточных вод ТЭС; 3. Способы</p>	<p>Не предусмотрено</p>

	<p>осветления и коагуляции исходной воды, образование и реагенты; 4. Основные способы подготовки подпиточной воды для теплосетей, характеристика сточных вод, пути сокращения их количества; 5. Ионообменный способ обессоливания воды, используемые реагенты, характеристика сточных вод, пути их утилизации; 6. Термохимический способ обессоливания воды на примере Саранской ТЭЦ-2, принцип работы установки; 7. Обратно-осмотическое обессоливание воды; 8. Комбинированная установка на ТЭЦ-21; 9. Комбинированная установка обессоливания воды на Казанской ТЭЦ-3; 10. Флотационная очистка нефтесодержащих (замазученных и замасленных) сточных вод ТЭС; 11. Выбросы вредных веществ при работе ТЭС. Общая характеристика; 12. Изменения природоохранного законодательства РФ, произошедшие в 2014 году; 13. Механизмы образования оксидов азота: термических, быстрых и топливных; 14. Доочистка сточных вод с использованием активированных углей; 15. Выделение минеральных загрязнений в песколовках с последующим их выделением в осадок; 16. Влияние вида топлива, режимных факторов и конструктивных характеристик на величины массовых выбросов и концентраций оксидов азота в дымовых газах котлов ТЭС; 17. Методы снижения выбросов оксидов азота. Режимные (первичные)</p>	
--	---	--



	<p>методы снижения выбросов оксидов азота; 18. Методы очистки дымовых газов от оксидов азота; 19. Пути сокращения водоподведения и водоотведения в системах оборотного охлаждения конденсаторов турбин; 20. Образование оксидов серы при сжигании топлив на ТЭС. Вредное воздействие SO<sub>x</sub>, ПДК по оксидам серы.</p>	
<p>Надежность работы оборудования ТЭС</p>	<p>1. Что такое прочность материалов и от каких факторов она зависит? 2. Какова роль металла в обеспечении долговечности, надежности и эффективности работы энергоблоков? 3. Какие основные требования предъявляются к металлу в теплоэнергетике? 4. Какие существуют признаки классификации методов механических испытаний металлов? 5. Для чего необходимо знать количественные показатели механических свойств металла? 6. В каких условиях работает металл в теплоэнергетике? 7. Что такое повреждаемость металла? 8. Каковы основные типы повреждений металла оборудования и трубопроводов ТЭС? 9. Назовите основные причины повреждений и разрушения металла элементов энергоустановок. 10. Какие технологические дефекты могут появиться в барабанах паровых котлов? 11. Какие элементы паропроводов являются наиболее повреждаемыми? 12. Что является причиной появления трещин в металле корпусов турбин? 13. Под воздействием каких факторов происходит износ металла лопаток паровых турбин? 14.</p>	<p>Не предусмотрено</p>

	<p>Чем опасен длительный перегрев металла труб поверхностей нагрева? 15. Какие структурные и фазовые изменения происходят в металле оборудования и трубопроводов в процессе длительной эксплуатации? 16. Какие показатели механических свойств характеризуют прочность и пластичность металла. Как они определяются, обозначаются и в каких единицах измеряются? 17. Что такое твердость металла? Как определяется и обозначается твердость, измеренная методами Бринелля, Виккерса, Роквелла? 18. Что такое предел текучести и временное сопротивление металла? 19. Что такое ударная вязкость металла? Как она определяется, обозначается и в каких единицах измеряется? 20. Что такое трещиностойкость металла и какие показатели являются ее количественной характеристикой?</p>	
<p>Парогазовые и газотурбинные установки ТЭС</p>	<p>1. Степень осевого компрессора. Состав ступени, форма профилей лопаток ступени, основные характерные размеры ступени и решеток; 2. Треугольники скоростей компрессорной ступени. Удельная теоретическая работа ступени (уравнение Эйлера); 3. Степень реактивности компрессорной ступени. Ступени компрессора с разной степенью реактивности и их треугольники скоростей; 4. Максимальная удельная работа компрессорной ступени. Удельная работа ступени при наличии ограничения на число Маха по скорости натекания потока на рабочую решетку в верхнем сечении; 5.</p>	<p>Не предусмотрено</p>

	<p>Теоретические процессы сжатия в <math>T,S</math> - диаграмме и их особенности; 6. Изоэнтروпический и политропический КПД компрессора; 7. Удельная работа компрессора при изоэнтропическом и политропическом процессах сжатия; 8. Формы проточной части компрессора и их особенности; 9. Степень сжатия компрессора. Оценка числа ступеней компрессора. Возможные способы уменьшения числа ступеней компрессора; 10. Характеристики компрессора. Их математическое и графическое представление. Особенности характеристик компрессора; 11. Помпаж в компрессоре. Причины его возникновения. Вращающийся срыв; 12. Камеры сгорания ГТУ. Назначение и принципы организации рабочего процесса; 13. Типы камер сгорания и их особенности. Конструктивная схема встроенной камеры сгорания; 14. Возможные процессы горения в камерах сгорания и их практическая реализация; 15. Степень газовой турбины и ее особенности; 16. Способы охлаждения деталей газовой турбины. Схема охлаждения лопаток; 17. Конструкция охлаждаемых сопловых и рабочих лопаток газовой турбины; 18. Схемы охлаждения дисков газовой турбины и их особенности; 19. Характеристики газовой турбины. Их математическое и графическое представление; 20. Цикл ГТУ (цикл Брайтона) в <math>T,S</math> - диаграмме и егописание.</p>	
--	---	--

<p>Режимы работы и эксплуатации ТЭС</p>	<p>1. Регулирующие клапаны ЦВД турбин Т-110-130. Диаграмма парораспределения ЦВД; 2. Регулирующие клапаны ЦВД турбин Т-250-240. Диаграмма парораспределения ЦВД; 3. Регулирующие клапаны турбины ПТ-80-130. Причины естественного повышения давления в выхлопе ЦВД (по диаграмме парораспределения ЦВД); 4. Конструкция поворотной регулирующей диафрагмы ЦНД турбины Т-110-130. Пропускная характеристика поворотной диафрагмы в закрытом положении. Уплотнение поворотной диафрагмы; 5. Зависимость КПД ЦНД турбины Т-110-130 от степени открытия поворотной диафрагмы; 6. Режимные характеристики котла ТГМЕ-464. Обоснование целесообразности перевода котлов в режимы с минимальным избытком воздуха; 7. Характеристики дросселирования пара при изменении степени открытия регулирующих клапанов турбины (снижение давления, снижение температуры); 8. “Видимый” расход пара в турбину. Фактический расход. Приведенный расход пара в турбину для сравнения с исходно-номинальными энергетическими характеристиками; 9. Определение недогрева ПСГ турбины Т-250-240; 10. Энергетические процессы в последней ступени ЦНД турбины Т-250-240. Совершенствование ЦНД; 11. Процессы в турбине Т-110-130 при вынужденном снижении температуры свежего пара.</p>	<p>Не предусмотрено</p>
---	--	-------------------------

	<p>Понятие сопряженного давления; 12. Диаграмма режимов турбины ПТ-80-130/13. Порядок определения расхода свежего пара по заданным тепловым нагрузкам; 13. Причины повышения удельных затрат электроэнергии ПЭН при снижении нагрузки турбин (определение мощности электропривода эквивалентной потери энергии в РПК). Типы регулируемого привода; 14. Пьезометрический график тепломагистрали (теплосети); 15. ТЭХ котла КВГМ-100 для определения нормативной величины КПД котла и сравнения с фактическим КПД; 16. Определение необходимого давления в камере верхнего теплофикационного отбора турбины Т-110-130 исходя из температурного графика теплоснабжения (для нескольких температур наружного воздуха); 17. Диаграмма режимов турбоагрегатов типа Т, основные линии, правила пользования; 18. Диаграмма режимов турбоагрегатов типа ПТ, основные линии, правила пользования; 19. Определение относительной нагрузки, при которой происходит переключение деаэратора на вышестоящий отбор; 20. Определение относительной нагрузки, при которой происходит переключение в схеме слива дренажей ПВД.</p>	
--	--	--

### **Итоговая аттестация**

Итоговая аттестация по программе проводится в форме *итогового аттестационного экзамена*. Характеристика заданий представлена в табл. 3.

Характеристика заданий итоговой аттестации

Вид контроля	Краткая характеристика задания				Критерии оценки
Итоговая аттестация	Билет №1. Выберите один или несколько вариантов ответа из предложенного списка вопросов.				Не предусмотрен
	№ п/п	Формулировка вопроса	Варианты ответа	Правильный ответ (один или несколько)	
	1.	Укажите состав оборудования, входящий в определение «паровой котел»:	а) система оборудования подготовки, сжигания топлива; б) топка, пароперегреватель, экономайзер, воздухоподогреватель, каркас, обмуровка, тепловая изоляция, обшивка, тягодутьевые машины; в) топка, пароперегреватель, экономайзер, воздухоподогреватель, каркас, обмуровка, тепловая изоляция, обшивка; г) горелки, топочные экраны, РВП, ТВП, ДТ.		
	2.	Как преобразуется энергия в ступени осевой турбины?	а) Потенциальная -> кинетическая -> механическая; б) Кинетическая -> потенциальная -> механическая; в) Механическая -> кинетическая -> потенциальная; г) Механическая -> потенциальная -> кинетическая.		
3.	Выберите основные факторы, не оказывающие влияния на изменение температурного напора в конденсаторе турбины:	а) Воздушная плотность конденсатора; б) Недостаточная производительность эжектора; в) Температура цирк. воды на входе в конденсатор; г) Заглушка части			

			трубной системы в связи с неисправностью; д) Все ответы верны; е) Нет верного ответа; ж) Загрязненность трубок конденсатора.	
	4.	Какая доля мощности, вырабатываемой газовой турбиной расходуется на привод компрессора ГТУ?	а) от 40 до 60%; б) от 10 до 20%; в) от 10 до 40%; г) менее 20%.	
	5.	Диффузионное горение, это:	а) горение заранее перемешанных горючего газа, или пыли с окислителем; б) горение с внешним смешением горючего газа, или пыли с окислителем; в) горение с полным внутренним смешением газа, или пыли с окислителем; г) горение с частичным внутренним смешением газа, или пыли с окислителем.	

### **Независимая оценка качества обучения**

Независимая оценка качества обучения предполагает внутренний аудит программ ДПО и анкетирование слушателей и/или работодателей по вопросам удовлетворенности процессом и результатами обучения.

### **Учебно-методическое и информационное обеспечение**

а) литература НТБ МЭИ:

1. Александров, А. А. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара : Справочник / А. А. Александров, Б. А. Григорьев . – М. : Изд-во МЭИ, 1999 . – 168 с. - ISBN 5-7046-0397-1 : 60.00 .;

2. Александров, А. А. Термодинамические основы циклов теплоэнергетических установок : учебное пособие для вузов по направлению 650800 "Теплоэнергетика" / А. А. Александров . – М. : Изд-во МЭИ, 2004 . – 158 с. - ISBN 5-7046-1094-3 .;
3. Антикайн, П. А. Металлы и расчет на прочность котлов и трубопроводов / П. А. Антикайн . – 4-е изд. – М. : Энергосервис, 2001 . – 440 с. - ISBN 5-900835-43-X .;
4. Елизаров, Д. П. Текст лекций по курсу "Режимы работы и эксплуатация тепловых электростанций": Маневренные характеристики оборудования тепловых электростанций / Д. П. Елизаров, Э. К. Аракелян, Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – М . – 1989 . – 128 с.;
5. Липов, Ю. М. Котельные установки и парогенераторы : учебник для вузов по специальности 1005 - Тепловые и электрические станции / Ю. М. Липов, Ю. М. Третьяков . – 2-е изд., испр. – М. : Регулярная и хаотическая динамика, 2005 . – 592 с. - ISBN 5-93972-430-2 .;
6. Матюнин, В. М. Металловедение в теплоэнергетике : учебное пособие для вузов по направлениям "Теплоэнергетика" и "Энергомашиностроение" / В. М. Матюнин . – М. : Издательский дом МЭИ, 2008 . – 328 с. - ISBN 978-5-383-00222-3 .;
7. Современные природоохранные технологии в электроэнергетике : информационный сборник / В. В. Абрамов, [и др.], Российское акционерное общество 'Единая электроэнергетическая система России' ; Общ. ред. В. Я. Путилов . – М. : Издательский дом МЭИ, 2007 . – 388 с. - ISBN 978-5-383-00052-6 .;
8. Соколов, Е. Я. Теплофикация и тепловые сети : Учебник для вузов по направлению "Теплоэнергетика" / Е. Я. Соколов . – 7-е изд., стереотип . – М. : Изд-во МЭИ, 2001 . – 472 с. - ISBN 5-7046-0703-9 .;
9. Тепловые электрические станции : учебник для вузов по специальности "Тепловые электрические станции" направления "Теплоэнергетика" / В. Д. Буров, [и др.] ; ред. В. М. Лавыгин, А. С. Седлов, С. В. Цанев . – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательский дом МЭИ, 2007 . – 466 с. - ISBN 978-5-903072-86-6 .;
10. Трухний, А. Д. Парогазовые установки электростанций : учебник для вузов по направлениям подготовки "Теплоэнергетика", "Электроэнергетика", "Энергомашиностроение" / А. Д. Трухний . – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательский дом МЭИ, 2017 . – 675 с. - ISBN 978-5-383-01057-0 .;
11. Трухний, А. Д. Теплофикационные паровые турбины и турбоустановки : Учебное пособие для вузов по направлению "Энергомашиностроение"; специальностям "Газотурбинные, паротурбинные установки и двигатели", "Котло-и реакторостроение" направления "Энергомашиностроение"; специальностям "Тепловые электрические станции", "Промышленная теплоэнергетика" направления "Теплоэнергетика" / А. Д. Трухний, Б. В. Ломакин . – М. : Изд-во МЭИ, 2002 . – 540 с. - ISBN 5-7046-0722-5 .;
12. Цанев, С. В. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций : учебное пособие для вузов по направлению 140100 "Теплоэнергетика", специальности 140101 "Тепловые электрические станции" по дисциплинам "Парогазовые и газотурбинные установки электростанций" и "Тепловые и атомные электрические станции" / С. В. Цанев, В. Д. Буров, А. Н. Ремезов ; Ред. С. В. Цанев . – 3-е изд., стер. – М. : Изд-во МЭИ, 2009 . – 584 с. - ISBN 978-5-383-00340-4 .;
13. Цветков, Ф. Ф. Тепломассообмен : учебник для вузов по направлению "Теплоэнергетика" / Ф. Ф. Цветков, Б. А. Григорьев . – М. : Издательский дом МЭИ, 2011 . – 562 с. - ISBN 978-5-383-00563-7 .  
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=4233>.

б) литература ЭБС и БД:



1. Воронов В.Н.- "Водно-химические режимы ТЭС и АЭС", Издательство: "МЭИ", Москва, 2017

<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011294.html>;

2. Копылов А.С. , Лавыгин В.М. , Очков В.Ф. - "Водоподготовка в энергетике", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2016 - (310 с.)

[http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_id=72208](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=72208);


3. Музипов Х. Н.- "Программно-технические комплексы автоматизированных систем управления", (2-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2022 - (164 с.)

<https://e.lanbook.com/book/215717>.

в) используемые ЭБС:


*Не предусмотрено*

Руководитель НОЦ  
"Экология  
энергетики"

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Путилова И.В.
	Идентификатор	R94958b9e-PutilovaIV-2f812984

И.В.  
Путилова

Начальник ОДПО

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Крохин А.Г.
	Идентификатор	R6d4610d5-KrokhinAG-aa301f84

А.Г. Крохин